

**АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра промышленного рыболовства

**Методическое пособие по дисциплине
«Методы проектирования рыболовных орудий»**

ТЕМА

«Проектирование ставных неводов»

Направление подготовки
35.04.08 «Промышленное рыболовство»

Магистерская программа
«Управление рыболовством и сырьевыми ресурсами»

Астрахань, 2016

Авторы - д.т.н., профессор кафедры промышленного рыболовства
А.В. Мельников;

Методические разработки рассмотрены и утверждены на заседании
кафедры промышленного рыболовства 15 ноября 2016 г., протокол
№ 4.

Рецензент - к.т.н. доцент кафедры промышленного рыболовства
В.И. Фоменко

Оглавление

Оглавление	3
Проектирование ставных неводов.....	4
8. Особенности многовариантного проектирования ставных неводов	4
9. Выбор исходных данных при проектировании ставных неводов.....	9
10.Выбор основных конструктивных особенностей и схем установки ставных неводов.	19
11. Общие требования к показателям сетного полотна ставных неводов.....	20
12.Обоснование размера ячеи в сливах садков ставных неводов.	21
13. Обоснование размера ячеи в других сетных частях ставных неводов..	34
14. Оценка промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров при лове ставными неводами	38
15. Определение диаметра сетных нитей в ставных неводах.....	41
16. Обоснования посадочного коэффициента сетного полотна ставных неводов	42
17. Обоснование параметров входных устройств ловушек ставных неводов	43
18. Обоснование габаритных размеров и формы частей ловушки ставных неводов	46
19. Обоснование длины крыла ставных неводов.....	48
20. Обоснование видимости и оптимальной окраски частей ставных неводов	50
21. Расчеты ставных неводов на прочность и штормоустойчивость.....	53
22. Особенности разработки и содержания технической документации на проектирование ставных неводов	53
Литература	54
Контрольные вопросы	57

8. Особенности многовариантного проектирования ставных неводов

8.1. Как и при работе других орудий лова, условия лова, поведение, распределение, видовой и размерный состав объекта лова постоянно изменяются. Очевидно ставной невод, спроектированный по осредненным данным, в лучшем случае способен хорошо работать только в условиях, соответствующих осредненным, которые наблюдаются сравнительно редко или не наблюдаются вообще. Кроме того, при проектировании неводов по осредненным данным обычно не ясно, для какого промыслового района, периода времени, размерного и видового состава рыб целесообразно выполнять осреднение. При одновариантном проектировании неизвестно также, как будет работать невод в различных условиях, отличных от осредненных, и в осредненных условиях также.

8.2. Разработка и применение математических моделей производительности лова (величины улова за цикл лова) позволяет перейти к многовариантному проектированию (Мельников В.Н., 1981, 1982; Мельников В.Н., Мельников В.А, 1991 и др.). Как показано в наших работах, при таком проектировании для рассматриваемых районов, сезонов и объектов лова составляют таблицу вариантов исходных данных, каждый из которых соответствует одному из возможных конкретных условий лова. С использованием математических моделей рассматриваемого способа лова определяют, как в таких условиях изменяется производительность лова в зависимости от основных показателей орудия лова и режима его работы (например, от размеров крыла, параметров входных устройств и т.д.) и устанавливают для этих условий лова оптимальные значения показателей способа лова. Количество вариантов условий лова обычно составляет несколько десятков, соответственно получают такое же количество типоразмеров ставных неводов.

8.3. Изготовление расчетного количества типоразмеров неводов практиче-

ски невозможно и нецелесообразно, т.к. орудие лова каждого типоразмера достаточно успешно работает в относительно широком диапазоне условий лова, который устанавливают с использованием зависимостей производительности лова от основных показателей орудия лова и режима его работы.

Построив совместно графики таких зависимостей для различных вариантов условий лова, можно отобрать несколько типоразмеров орудий лова, которые будут успешно работать в любых возможных условиях лова. Количество таких унифицированных типоразмеров обычно соответствует количеству типоразмеров орудий лова, которое практически целесообразно эксплуатировать и которое обычно не превышает 3-4. Их количество может быть большим, если использовать орудия лова со сменными частями (например, сменными сливами садков, садками в целом) или состоящих из отдельных секций (секционные крылья или садки ставных неводов).

8.4. Критерием успешной работы унифицированного невода того или иного типоразмера обычно служит производительность лова или улов за цикл лова, которые для принятого диапазона условий лова в любом случае не должны быть меньше 90-95% от максимально возможных в этом диапазоне условий лова.

8.5. Если разработаны математические модели, которые успешно работают во всем возможном диапазоне условий лова, то наиболее важные и ответственные задачи проектирования орудия лова заключаются в выборе основных показателей способа лова и условий лова, которые в наибольшей степени влияют на эффективность лова, а также количества вариантов расчета, охватывающих основные случаи лова.

Выбор основных показателей способа лова и условий лова для опытного специалиста обычно не вызывает особых затруднений, особенно если он к тому же сам разрабатывал математические модели лова. Однако в любом случае, прежде чем приступать к многовариантному проектированию, полезно с применением математических моделей лова проанализировать процесс лова и

установить характер и степень влияния на производительность лова показателей способа лова в различных условиях.

При выборе расчетных вариантов необходимо знать расчетный диапазон каждого из основных показателей способа лова, входящих в модель, а также общий диапазон изменения каждого из факторов, входящих в исходные данные. Кроме того, учитывают, какое изменение показателя способа лова и условий лова оказывает значимое влияние на производительность лова.

Оценка такого влияния требует серьезного анализа способа лова без применения и с применением математических моделей лова. Учитывая, что при машинных расчетах время моделирования обычно невелико, в сомнительных случаях лучше завысить количество расчетных вариантов, чем занижить.

8.6. Из математических моделей производительности лова ставными неводами следует, что обычно основными показателями лова, которые подлежат оптимизации с применением этих моделей, являются длина, направление установки и дальность видимости крыла невода, размеры входных устройств, размеры садков и двора, размеры ячеи в сливной части садков и других частях невода.

8.7. В общем случае для анализа и оптимизации показателей лова с помощью общей модели производительности лова ставными неводами необходимы следующие данные: концентрация рыбы в зоне облова невода, размерный и видовой состав облавливаемых скоплений рыб и их биометрические характеристики, скорость подхода рыбы к крылу невода, направление преимущественного перемещения по отношению к направлению установки крыла, характер скоплений, подходящих крылу (косячный, одиночный), тип светового режима на глубине лова, прозрачность воды и дальность видимости сетных частей невода, данные о скоростях течения, характеристики основных элементов невода, включая характеристики сетевого полотна в различных частях невода.

Кроме того, необходимы качественные данные о миграционной активности и степени подвижности рыбы, возможно более полные данные о рецепции,

ориентации и реакции на элементы орудия лова.

Еще раз подчеркнем, что при многовариантном проектировании необходимы не осредненные данные о перечисленных показателях, а их конкретные значения в различных подрайонах лова, в различные сезоны лова, для отдельных объектов лова в различных условиях. Без такой дифференциации практически невозможно составление таблицы исходных данных для различных вариантов расчета.

8.8. Как показано выше, ряд важных показателей способов лова ставными неводами не входят непосредственно в уравнение для оценки производительности лова (например, высота частей невода, размеры ловушки невода, размер ячеи в различных частях невода, распределение количества плава и груза в неводе, показатели, определяющие надежность и работоспособность отдельных элементов невода) и для определения этих показателей необходима разработка частных математических моделей. При многовариантном проектировании (как впрочем, и при обычном) для каждого варианта лова сначала рассчитывают те показатели способа лова, которые не входят в основное уравнение производительности лова, но которые необходимо знать для решения основного уравнения. После этого выполняют расчеты для различных вариантов лова с использованием основного уравнения. Наконец, после этого выполняют остальные расчеты, в т.ч. с применением ранее полученных расчетных данных.

Важно учитывать, что количество вариантов расчета показателей лова, не входящих в модель, может быть как меньше, так и больше количества вариантов расчета с применением основной модели производительности лова улова.

Уточненный расчет ряда из перечисленных показателей при многовариантном проектировании требует применения соответствующих методик и программ расчетов на компьютере. Это в первую очередь относится к расчету размера ячеи в сливе ставных неводов. Аналогичная методика для обоснования размера ячеи траловых мешков приведена в методическом пособии А.В. Мельникова и В.Н. Мельникова (1991). Она может быть использована и для сливов

ставных неводов с учетом особенностей выбора исходных данных для расчетов, рассмотренных ниже.

8.9. С проблемой многовариантного проектирования тесно связана задача унификации типоразмеров ставных неводов, применения секционных неводов и сменных частей орудий лова.

Унификация неводов в рассматриваемом случае заключается в, прежде всего, разработке размерного ряда, который позволяет эффективно работать в разнообразных условиях лова.

При обосновании такого размерного ряда необходимо учитывать, по крайней мере, два случая. Один из них следует применять, когда ставные невода изготавливают централизованно, например, на фабриках постройки, второй - когда невода изготавливают сами добывающие организации.

В первом случае размерный диапазон должен быть шире и учитывать условия лова, например в пределах всего района промысла, во втором - условия лова в конкретном районе лова с учетом в необходимых случаях перекидного характера лова.

В обоих случаях необходимо принимать во внимание возможное различие длины и высоты крыла и открьлков невода, размеров и количество садков, размера ячеи в крыле и в садках.

Например, задачу унификации крыльев неводов решают, принимая за основу некоторую минимальную длину крыла с возможностью изменения длины крыла путем применения дополнительных секций. Длина секций должна составлять примерно 10-15% от общей длины крыльев и быть кратной 50 м. Наиболее часто дополнительные секции располагают у дальней от садка части крыла, а необходимое их количество определяют по результатам многовариантного проектирования. Постановка и удаление дополнительных секций целесообразна, если в результате изменения условий лова оптимальная длина крыла невода изменилась не менее чем на 10-15%.

Сложность применения секционных частей неводов связана с неодинако-

вой высотой невода различных частях. При проектировании крыльев неводов, включающих секции, учитывают, что высота некоторых из них обычно должна быть равной высоте несъемной части крыла.

Более сложной при многовариантном проектировании является задача унификации высоты частей ставных неводов.

Обычно такую задачу решают до или после унификации длины невода и унификации промысловых участков.

9. Выбор исходных данных при проектировании ставных неводов

9.1. При анализе и обосновании показателей лова ставными неводами с применением общих и частных математических моделей лова необходимы исходные данные обо всех трех элементах системы управления ловом неводами (объекте лова, условиях внешней среды в месте лова и рыболовной системе) для различных расчетных вариантов лова. Набор необходимых исходных данных по каждому варианту приведен в п. 8.7, однако непосредственно в расчетах участвуют и входят в таблицу исходных данных лишь те количественные показатели, которые входят в соответствующие расчетные формулы. Набор показателей, как и вид математической модели лова, в некоторой степени зависит от конструктивных особенностей неводов, прежде всего ловушек.

По результатам выбора необходимых показателей и вариантов расчета составляют таблицу исходных данных следующей формы:

№ расчетных вариантов	Объект лова, месяц лова, время суток, подрайон лова	Исходные показатели						

Для решения задачи, кроме исходных данных, задают также расчетный диапазон значений определяемых величин, а также расчетный шаг по этим величинам. Исходные данные вводят в ЭВМ.

Машина в общем случае по каждому варианту расчета должна выдавать в виде таблицы для различных сочетаний искомых показателей (в пределах принятых диапазонов), обловленную площадь водоема, коэффициент уловистости, производительность лова, а иногда и отношение этой производительности по каждому сочетанию искомых показателей к максимальной производительности лова для всех сочетаний в данном варианте расчета. Чтобы сократить число сочетаний программа должна предусматривать, чтобы компьютер по заданию отбирала только те из них, для которых производительность лова не меньше 90-95% от максимальной производительности лова в рассматриваемом варианте расчета. По максимальному значению производительности лова для всех сочетаний искомых показателей в каждом варианте определяют оптимальные значения искомых показателей лова для этого варианта расчета, соответствующего определенным условиям лова.

Чтобы с учетом большого числа вариантов расчета и найденных типоразмеров ставных неводов найти 2-3, которые будут достаточно успешно работать во всем рассматриваемом диапазоне условий лова, проводят унификацию неводов. Особенности унификации на примере тралов рассмотрены в нашей работе (Мельников В.Н., Мельников А.В. 1991).

Как показано в п. 8, по основной модели производительности лова ставными неводами рассчитывают и унифицируют только основные показатели лова. Другие показатели определяют дополнительно по методикам, описанным ниже.

Рассмотрим далее особенности определения некоторых исходных показателей, входящих в основные математические модели лова.

9.2. Для определения особенностей поведения рыбы в естественных условиях и в зоне ставного невода, дальности реакции рыбы на элементы невода, степени ее подвижности, размера ячеи в различных частях невода и т.д. необходимо знать световой режим в водоеме.

Основным показателем естественного режима в водоемах является освеще-

щенность на глубине лова H :

$$E_h = E_0 \exp(-1.6H/X_c), \quad (9.1)$$

где E_0 - подповерхностная освещенность, лк; X_c - относительная прозрачность воды по диску Секки, м.

С учетом условий зрительной ориентации рыбы на глубине лова различают дневной, сумеречной и ночной световой режимы. При дневном световом режиме наблюдаются наилучшие условия для зрительной ориентации рыбы и наибольшие в данных условиях дальность и степень подводной видимости. При ночном световом режиме зрительная ориентация невозможна. Сумеречный световой режим является переходным от дневного к ночному, когда условия зрительной ориентации постепенно ухудшаются по мере уменьшения освещенности на глубине лова.

Примерные диапазоны освещенности, соответствующие различным типом светового режима с учетом зрительной способности рыб, приведены ниже.

Световой режим	Освещенность, лк
Дневной	5-100
Сумеречный	10^{-3} - 10^{-5} – 5-100
Ночной	10^{-3} - 10^{-5}

Для ориентировочной оценки типа светового режима в промысловых водоемах можно пользоваться таблицей 9.1, которая составлена для районов лова ставными неводами с различной прозрачностью, с учетом среднего значения под поверхностной освещенности в дневное и ночное время (исключая сумерки). Таблица 9.1 не пригодна для широт, где в дневное время Солнце не поднимается выше $15-20^\circ$

Световой режим на глубине лова

Таблица 9.1

Тип вод	X_c , м	Нижняя граница дневного режима днем, м		Нижняя граница сумеречного ре- жима днем, м		Нижняя граница сумеречного ре- жима ночью, м	
		при об- лачном небе	при яс- ном небе	при об- лачном небе	при яс- ном небе	при об- лачном небе и ясном небе	при яс- ном небе с Луной
Прибрежные морские во- ды, озерные прозрачные воды	4-5	5-12	8-15	20-50	30-60	5-12	8-15
Озерные воды средней прозрачности	1,5- 2	2-5	3-8	8-20	12-30	2-5	3-8
Озерные воды малой прозрачности, речные воды высокой прозрачно- сти	0,8-1	1,5-2	1,5-3	4-8	6-12	1-2	1,5-3
Малопрозрачные воды внутренних водоемов	0,3-0,4	1,5	1,0	4,0	6,0	1,0	1,5

Для лова ставными неводами имеет значение световой режим на глубинах не более 15-20 м.

9.3. Дальность реакции на элементы ставного невода входит в основные математические модели лова. Кроме того, от ее величины прямо или косвенно во многом зависит выбор размера ячеи крупноячейных крыльев, размеры входных устройств, степень подвижности рыбы, вероятность ее ухода из зоны облова различными путями, скорость перемещения рыбы, биомеханическая селективность неводов и т.д. Очевидно в дальнейшем, при уточнении математиче-

ских моделей лова ставными неводами, этот показатель в явном виде будет использован значительно шире, чем сейчас.

Дальность реакции рыбы на элементы ставного невода условно принимают равной дальности видимости элементов при дневном и сумеречном световом режимах или размерам зоны действия гидродинамических полей скоростей или давлений элементов невода (при ночном световом режиме).

При дневном режиме освещения дальность видимости при любой прозрачности воды равна в среднем $0,7-0,8 X_c$. Дальность видимости в условиях сумеречного светового режима изменяется от этой величины до 0 (Мельников, 1973, 1983 и др.)

Размеры зоны действия гидродинамических полей скоростей и давлений сетного полотна и оснастки невода обычно не превышают нескольких десятков сантиметров.

9.4. Если ставными неводами ловят на течении, то большое значение приобретают показатели скорости течения, которые влияют на показатели перемещения объекта лова, его распределение, ориентацию и поведение, на состав и численность рыб, поступающих в зону облова ставного невода, его прочностные характеристики, штормоустойчивость и на ряд других показателей его работы. Скорости течения определяют с учетом их изменения по горизонтали и вертикали, строя эпюры скоростей, например, по ширине и глубине в месте установки невода на различных расстояниях от берега для различных расчетных периодов лова.

При выборе показателей скоростей течения для различных вариантов лова (расчетных периодов), в зависимости от решаемой задачи определяют осредненные эпюры скоростей, по ширине и глубине водоема или эпюры скоростей, соответствующие определенной накопленной частоте встречаемости в данной точке водоема (обычно такую накопленную частоту встречаемости, как и в других случаях, принимают равной $0,8-0,9$).

В приближенных расчетах иногда используют осредненные значения ско-

ростей в расчетном сечении водоема, которые определяют по известным в гидромеханике правилам.

9.5. Для лова ставными неводами имеет значение распределение рыбы в водоеме в зависимости от расстояния до берега, на некоторой акватории промыслового участка, когда учитывают распределение рыбы в двух измерениях, а в некоторых случаях и по глубине водоема.

Наиболее простым и наиболее важным является случай, когда имеет значение ширина хода или ширина распределения облавливаемого скопления рыбы, от которых зависит ширина зоны облова неводом и длина крыла. Для определения расчетной ширины распределения рыбы по результатам сбора и обработки статистического материала строят кривую накопленной частоты встречаемости скоплений различной ширины и за расчетную принимают ширину, соответствующую ординате 0,9-0,95 этой кривой. Это позволит при соответствующем выборе длины крыла успешно облавливать до 90-95% скоплений различной ширины. Задача усложняется, если плотность концентрации рыбы, например, по мере удаления от берега, изменяется. Тогда расчетную ширину скопления корректируют в сторону уменьшения, если по мере удаления от берега плотность концентрации падает и увеличивают, если по мере удаления от берега плотность концентрации растет. В этом случае также возможна точная количественная оценка расчетной ширины распределения рыбы, считая, что она должна соответствовать облову до 90-95% количества рыбы на площади, охватываемой крылом невода. Кроме оценки расчетной ширины скопления при неравномерной концентрации рыбы, иногда необходимо знать закон распределения концентрации рыбы в зависимости от расстояния до берега или в общем случае по длине крыла. Как правило, в этом случае определяют осредненный закон распределения, который по частным законам распределения несложно установить.

9.6. При оценке распределения рыб по высоте в общем случае необходимо знать расчетную высоту облавливаемых скоплений, распределение concentra-

ции рыбы по глубине или преимущественное расположение рыбы относительно дна и поверхности воды.

Расчетную высоту облавливаемых скоплений рыбы и распределение концентрации рыбы по глубине определяют, например, для уточнения количества рыбы на некотором участке водоема и интенсивности хода рыбы. Эти показатели устанавливают обычно по результатам обработки эхолотных записей. При этом для каждого варианта расчета необходимо иметь не менее 5-10 эхолотных записей облавливаемых скоплений, которые получены в условиях лова, соответствующих этому расчетному варианту. По этим данным для каждого расчетного варианта строят интегральные кривые (кривые накопленных частот встречаемости) распределения скоплений рыбы по высоте. Для удобства использования, как и в других случаях, накопленные частоты обычно пересчитывают в относительные накопленные частоты так, чтобы сумма накопленных частот равнялась 1,0.

При оценке расчетной высоты облавливаемых скоплений и распределения концентрации рыбы по глубине обычно необходимо учитывать, что эти показатели не только изменяются во времени, но и зависят от расстояния до берега или неодинаковы в различных частях зоны облова (например, по длине рыла).

Преимущественное распределение рыбы относительно дна и поверхности воды при лове ставными неводами иногда необходимо знать для оценки вероятности ухода рыбы под нижнюю подбору или над верхней подборой. Такое распределение обычно задают в виде отношения глубины преимущественного расположения рыбы к глубине в рассматриваемом месте зоны облова неводом. Т.к. количественная оценка в этом случае может быть приближенной, то вводят 4-5 градаций такого распределения в основном с учетом лова донных, придонных, пелагических рыб, а также рыб, в той или иной степени равномерно распределенных от дна до поверхности воды.

При оценке этого показателя часто учитывают, что распределение рыбы по глубине может существенно изменяться при переходе от одного этапа лова к

другому.

9.7. Расчетный размерный состав или расчетную длину рыб разного вида в облавливаемых скоплениях при лове ставными неводами определяют для решения различных задач.

Наибольшее значение имеет определение размерного состава рыб для оптимизации размера ячеи в садках невода. В принципе, для этой цели необходимо использовать размерный состав рыб, попадающих в эти концентрирующие части орудий лова. Этот размерный состав отличается от размерного состава рыб, попадающих в вону облова невода, т.к. до 70-80% рыб обычно наиболее крупных и наиболее мелких уходит из зоны облова. Т.к. установить непосредственно долю рыб, попадающих в садок, сложно, ее необходимо определять через размерный состав улова и кривую селективности сливной части садка, поскольку определение и того и другого не вызывает затруднений.

Размерный состав рыб в водоеме имеет значение также в связи с оценкой количества и состава рыб, попадающих в зону невода. Этот размерный состав при лове подвижной рыбы отличается от размерного состава в водоеме, т.к. скорость перемещения рыб разных видов и размеров в зону облова в общем случае неодинакова.

Все отмеченное выше особенности оценки размерного состава рыб имеют отношение и к оценке видового состава рыб.

Длина крыла невода, параметры входных устройств, двора и садков зависят от вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями. Некоторые из этих вероятностей прямо или косвенно зависят от плавательной способности рыбы, а, следовательно, размеров рыбы. В таких случаях выбирают расчетное значение длины рыбы. Обычно расчетную длину рыб принимают соответствующей ординате 0,8-0,9 накопленной частоты встречаемости рыб различной длины из условия, что 80-90% всех рыб различной длины невод должен успешно улавливать. Иногда, например, при оценке биомеханической селективности, используют не расчетную длину, а расчетный размерный состав, деля его на 5-6

диапазонов.

9.8. В математические модели лова ставными неводами входят эмпирические коэффициенты, которые обычно характеризуют степень взаимосвязи соответствующей вероятности P_i с влияющими на нее показателями, а те, в свою очередь, зависят, например, от стремления рыбы двигаться в определенном направлении, уйти из зоны облова, степень активности рыбы в зоне облова. Многие из этих коэффициентов в той или иной степени являются настроечными коэффициентами, определяющими работоспособность моделей. Обоснование и выбор эмпирических коэффициентов для различных вариантов лова является наиболее сложной частью теории и проектирования ставных неводов, т.к. требует проведения достаточно длительных экспериментальных исследований и сбора статистического материала. Решение этой задачи в значительной степени облегчает хорошее знание особенностей поведения рыбы в процессе лова, закономерностей протекания процессов лова, общего характера зависимостей вероятности ухода рыбы из зоны облова или перехода на очередной этап лова от влияющих факторов.

К сожалению, невозможно дать исчерпывающих рекомендаций по выбору и обоснованию таких коэффициентов. Можно лишь указать несколько общих принципов, которые облегчают решение задачи.

Прежде всего, на основе анализа известных данных о процессе лова пытаются установить возможный диапазон изменения вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями и от каких показателей, входящих в выражение для его определения, он зависит. Далее варьируя значениями этих показателей и зная некоторые закономерности изменения этой вероятности, определяют значения коэффициентов и возможные диапазоны их изменения для различных условий лова. С учетом полученных результатов математическую модель для соответствующей вероятности пытаются настроить, чтобы она давала близкие к реальным значения для различных условий лова. После выполнения этой достаточно определенной последовательности действий, которую может

выполнить только специалист высокой квалификации, наступает этап окончательной настройки моделей для вероятностей ухода рыбы из зоны облова, которая должна опираться на результаты тщательно спланированных экспериментов и обработки их результатов.

На первых порах, пока недостаточно соответствующего экспериментального и статистического материала, дают приближенную величину эмпирических коэффициентов. В общем случае возможность такой оценки связана с тем, что обычно известно значение соответствующей вероятности p_t (чаще всего 0 или 1) для некоторых граничных условий, влияющих на эту вероятность факторов. Например, вероятность перемещения рыбы вдоль крыла принимают, равной 0, при дальности видимости крыла, равной нулю, и равной 1 при дальности видимости 1-1,5 м.

Принципиальным является вопрос о необходимой и достаточной точности самих моделей и определения эмпирических коэффициентов. В общем, эта точность не может и не обязательно должна быть очень высокой, т.к. значения вероятностей и эмпирических коэффициентов даже для конкретного варианта лова обычно колеблются в достаточно широких пределах, в т.ч. под влиянием неучтенных факторов. Чтобы примерно оценить такую точность учитывают, что возможный диапазон изменения каждого коэффициента при всех возможных изменениях условий лова должен быть разбит обычно не более чем на 4-5 интервалов. В этом случае при составлении таблицы исходных данных необходимо выбрать значение коэффициента, соответствующее одному из 4-5 интервалов.

Определение эмпирических коэффициентов значительно облегчается, если учесть, что кроме видовых и возрастных различий эти коэффициенты зависят в основном от плавательной способности рыб, степени их подвижности (активности, в т.ч. миграционной) и условий освещения в водоеме. Особенности определения эмпирических коэффициентов с учетом этих показателей для тралового лова и лова закидными неводами приведены в наших работах (Мельни-

ков, 1982, 1983). В известной степени эти особенности можно использовать для оценки значений эмпирических коэффициентов для других видов лова. Например, в этом случае в водоеме достаточно рассматривать три типа светового режима – дневной, сумеречной и ночной, а по степени подвижности делить рыб на малоподвижных, средней подвижности и подвижных рыб.

При описанном подходе к выбору и обоснованию эмпирических коэффициентов задачу иногда решают даже без проведения специальных экспериментов.

9.9. При проектировании ставных неводов необходима большая группа исходных данных для оценки селективных свойств, при отцеживании рыбы сетным полотном крыльев, двора, но, прежде всего, в садках. Т.к. физико-технические свойства сетного полотна в этих частях неводов в общем случае неодинаковы, то эти задачи решают, задаваясь различными исходными данными. Особенности выбора исходных данных и обработки результатов расчетов при ограничении на прилов рыб непромысловых размеров приведены ниже в обосновании размера ячеи при отцеживании рыбы сетным полотном.

10. Выбор основных конструктивных особенностей и схем установки ставных неводов.

10.1. Организации лова ставными неводами выбирают следующие основные показатели лова:

- место и период лова; вид установки;
- вид и конструктивные особенности ловушки ставного невода; направление установки крыльев; способ установки невода;
- способ обеспечения штормоустойчивости невода; особенности применения физических средств интенсификации лова;

10.2. Особенности выбора всех перечисленных показателей рассмотрены в первой части методического пособия по ставным неводам, где рассмотрены особенности конструкции, способы установки ставных неводов и способы применения физических средств интенсификации лова.

Дополнительно особенности выбора некоторых из этих показателей рассмотрены ниже при обосновании конструктивных особенностей элементов ставных неводов.

11. Общие требования к показателям сетного полотна ставных неводов

11.1. К основным показателям сетного полотна ставных неводов относится вид материала и его пропитки, форма ячеи, размер ячеи, диаметр сетной нити, посадочный коэффициент и оптические свойства сетного полотна в различных частях невода.

11.2. К сетному полотну закидных неводов, как и многих других отцеживающих орудий лова, предъявляют требования высокой прочности износостойкости, держащей силы узла, сравнительно небольшой упругой деформации ячеи и сетного полотна, низкой влагоемкости и объемной плотности сетного полотна при укладке на неводники, невысокой стоимости. При этом наиболее высокие требования предъявляют к качеству сетного полотна в сливной части садков.

Многим из этих требований отвечают полиамидные сетематериалы из комплексных нитей. Однако их сравнительно низкая износостойкость, высокие деформации и стоимость позволяют считать наиболее пригодными для изготовления ставных неводов сетематериалы из других более дешевых материалов, например, карбоцепных, и особенно сетематериалы не из комплексных нитей, а из т.н. трощеных нитей, скрученных из монопнитей. Такие сетематериалы хорошо зарекомендовали себя в рыболовстве.

11.3. Качество сетематериалов, например их износостойкость, держащую силу узла повышают путем пропитки различными составами. В последнее время получают распространение битумно-полимерные составы с пропиткой сетематериалов или орудий лова без подогрева. Такие пропиточные составы безопасны в работе, а пропитанные ими сетематериалы обладают высокими экс-

плуатационными свойствами (Мельников В.Н., Мельников А.В., 1993).

11.4. Для изготовления ставных неводов, особенно крыльев, вместо сетного полотна с ромбовидной ячейкой, целесообразно использовать сетные полотна с шестиугольной ячейкой. Такое сетное полотно при выдувании в меньшей степени способствует притоплению верхней поборы и отрыву от грунта нижней. Это преимущество особенно сказывается при относительно коротких наклонных и длинных продольных связях ячеек. Кроме того, сетное полотно с шестиугольной ячейкой иногда обладает повышенной селективностью.

12. Обоснование размера ячейки в сливах садков ставных неводов.

12.1. Сетное полотно в сливах садков неводов выполняет отцеживающие функции. Селективные свойства при отцеживании характеризуют кривой селективности $S_M(l)$ и ее параметрами - коэффициентом селективности κ_{SM} , диапазоном селективности D_{SM} и долей рыб, не подверженных селективному действию ячейки α_{HC} (Мельников .1983, 1991):

$$S_M(l) = \frac{1 - \alpha_{HC}}{1 + e^{-\frac{2,2(l - \kappa_{SM} A)}{D_{SM}}}} + \alpha_{HC}; \quad (12.1)$$

$$\kappa_{SM} = 2 \frac{1 - \alpha_{HC} \left(1 + \frac{0.1}{\kappa_n}\right)}{1 - \alpha_{HC}} \frac{\kappa_c (1 + \varepsilon_y)}{\kappa_n \kappa_{CЖ}}; \quad (12.2)$$

$$D_{SM} = \frac{0.2 \kappa_c (1 + \varepsilon_y)}{(1 - \alpha_{HC}) \kappa_n^2 \kappa_{CЖ}} A; \quad (12.3)$$

$$\alpha_{нс} = 0.1(1 + \ln Q_u) + \exp \left[-5 \frac{A - A_{мин}}{A_{макс} - A_{мин}} \right] -$$

$$- 0.1(1 + \ln Q_u) \exp \left[-5 \frac{A - A_{мин}}{A_{макс} - A_{мин}} \right], \quad (12.4)$$

где $A_{мин} = 0.9 \frac{\kappa_n l_{мин}}{2}$; $A_{макс} = 1.0 \frac{\kappa_n l_{макс}}{2}$; κ_n - коэффициент полноты тела рыбы; $\kappa_{сж}$ - коэффициент сжатия тела рыбы; κ_c - коэффициент соответствия рабочей формы ячеи форме поперечного сечения тела рыбы; ε_y - рабочее относительное удлинение ячеи с внутренним размером A ; Q_u - улов за цикл лова, т; $l_{мин}$ и $l_{макс}$ - минимальная и максимальная длины рыб в облавливаемом скоплении.

12.2. Размер ячеи в сливах ставных неводов определяют, прежде всего с учетом двух условий - с одной стороны, прилов рыб непромысловых размеров не должен превышать заданного Правилами регулирования рыболовства, с другой, - уход из садка рыб промысловых размеров не должен быть слишком большим, чтобы существенно не снижать эффективность лова. В ряде случаев полезно также оценивать объедавание рыбы сетным полотном и долю рыб, погибающих после ухода через ячею.

12.3. С учетом всех перечисленных условий размер ячеи в сливах определяют с применением основных уравнений селективности при отцеживании рыбы сетным полотном, которые увязывают между собой без допущений регулируемые показатели - промысловую меру на рыбу $l_{нп}$, прилов рыб непромысловых размеров $n_{нп}$, внутренний размер ячеи A сетного мешка; контрольные показатели - вероятность ухода через ячею рыб промысловых размеров n_n , долю объедаемых рыб $n_{об}$, долю рыб, погибающих в результате прохождения рыбы через ячею, от числа попавших в сетный мешок n_2 , с плотностью распределения размерного состава рыб, попадающих в сетной мешок, $g(l)$, функцией кри-

вой селективности $S_m(l)$ и функцией объячеивающей способности $P(l)$ сетного мешка:

$$n_{nn} = \frac{Y_{nn}}{Y_0} = \frac{\int_{l_{мин}}^{l_{nn}} g(l) S_m(l) dl}{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l) S_m(l) dl}; \quad (12.5)$$

$$n_n = 1 - \frac{Y_n}{N_n} = 1 - \frac{\int_{l_{nn}}^{l_{макс}} g(l) S_m(l) dl}{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l) dl}; \quad (12.6)$$

$$n_{об} = \frac{Y_{об}}{Y_0} = \frac{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l) P(l) dl}{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l) S_m(l) dl}; \quad (12.7)$$

$$n_z = \alpha_z \left(1 - \frac{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l) S_m(l) dl}{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l) dl} \right), \quad (12.8)$$

где Y_{nn} и Y_n - относительный улов рыб соответственно непромысловых и промысловых размеров; Y_0 - относительный общий улов; $Y_{об}$ - относительное количество объячеиваемых рыб; N_n - доля рыб промысловых размеров, попадающих в сетный мешок; α_z - доля погибающих рыб от числа ушедших через ячейку.

12.4. Размер ячеи в основных уравнениях селективности входит в функцию кривой селективности. Размер ячеи, соответствующий заданным ограничениям, определяют путем решения уравнений по заданным исходным данным. В результате такого решения получают данные, например, для построения графиков прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров в функции размера ячеи. С помощью этих графиков по допустимому прилову рыб непромысловых размеров определяют необходимый размер ячеи и устанавливают уход через ячею слива рыб промысловых размеров для полученного размера ячеи. Если уход превышает 20-30%, то принимают меры для уменьшения такого ухода, например путем пересмотра Правил регулирования рыболовства в отношении допустимого прилова рыб непромысловых размеров.

12.5. На рис. 12.1 приведены результаты расчетов размера ячеи сливной части садка, ставного невода в дельте Волги при лове сельди. Из рисунка видно, что при допустимом прилове рыб сельди непромысловых размеров $n_{nn}=0.08$ (8%) расчетный внутренний размер ячеи равен 58мм. Уход рыб промысловых размеров из мотни при таком размере ячеи равен около 30%, что допустимо.

Если при полученном размере ячеи наблюдается большое объеживание, то дополнительно с использованием выражения (12.7) строят кривую зависимости объеживания от размера ячеи, и ранее найденный размер ячеи корректируют обычно в сторону уменьшения, чтобы снизить объеживание.

12.6 Особенности обоснования размера ячеи при отцеживании с учетом допустимого прилова рыб непромысловых размеров подробно рассмотрены в специальных методических рекомендациях (Мельников В.Н., Мельников А.В., 1991). Если допустимый прилов рыб непромысловых размеров не задан, то обоснование размера ячеи производят не с учетом рассмотренных ограничений на размер ячеи в сливной части, а из условия минимального объеживания рыбы с использованием уравнения 12.7, которое в этом случае является основным.

Размер ячеи в сливе можно определить и при облове многовидовых скоп-

лений. Но тогда графики прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров строят для каждого объекта лова и определяют размер ячеи с учетом ограничений также по каждому объекту лова. После этого устанавливают, можно ли успешно облавливать рыб нескольких видов при использовании садков с одним размером ячеи или облов рыб нескольких видов невозможен. Для решения задачи используют пенсионный анализ (Мельников В.Н., Мельников А.В., 1991).

По данным практики размер ячеи в сливных стенках садков принимают равным $(0.6-0.7) a_{об}$, где $a_{об}$ - размер ячеи сети для лова рыбы того же размера. Оценка размера ячеи при отцеживании через размер ячеи при обьячеивании недостаточно определена, т.к. последний размер также надо определять. Кроме того, в существующей практике размер ячеи сети определяют через расчетный размер рыбы, выбор которого также недостаточно определен при облове многомерных скоплений.

12.7. Исходными данными для определения параметров и функций кривой селективности, а также размера ячеи частей сливной ловушек ставных неводов с учетом допустимого прилова рыб непромысловых размеров служат:

- коэффициент полноты тела рыбы κ_n ;
- коэффициент сжатия $\kappa_{сж}$ тела рыбы при проходе через ячею;
- коэффициент κ_c соответствия рабочей формы ячеи форме максимального сечения тела рыбы;
- рабочее относительное удлинение ячеи ε_y ;
- улов за час лова или цикл лова Q_q ;
- минимальный размер рыб в облавливаемых скоплениях $l_{мин}$;
- максимальный размер рыб в облавливаемых скоплениях $l_{макс}$;
- промысловая мера на рыбу $l_{пп}$;
- допустимый прилов рыб непромысловых размеров $n_{пп}$;

- допустимый уход через ячеи рыб промысловых размеров n_n ;
- шесть - восемь фабричных или внутренних размеров ячеи, кривые селективности которых перекрывают диапазон размерного состава рыб в облавливаемых скоплениях;
- вариационный ряд, характеризующий размерный состав облавливаемых скоплений.

12.9. Коэффициент полноты тела рыбы κ_n равен отношению ее максимального обхвата к длине.

Коэффициент κ_n зависит от вида, пола и экстерьера рыбы. Ориентировочные данные о κ_n для некоторых объектов лова закидными неводами приведены в табл.12.1.

Значения коэффициента полноты тела рыбы κ_n некоторых половозрелых промысловых рыб

Таблица 12.1

Объект лова	κ_n	Объект лова	κ_n
Плотва	0,75	Морской налим	0,53
Лещ	0,91	Сайда	0,52
Камбала морская	0,87	Навага	0,52
Камбала речная	0,85	Треска атлантическая.	0,51
Пелядь	0,80	Ставрида	0,50
Палтус белокорый	0,73	Сельдь атлантическая.	0,49
Окунь клювач	0,70	Пеламида	0,49
Берикс	0,70	Шпрот	0,49
Нототения мраморная	0,69	Щука	0,48
Окунь речной	0,69	Сардина	0,48
Палтус синекорый	0,68	Минтай	0,38
Морской окунь	0,67	Салака	0,48
Нототения	0,67	Скумбрия	0,47
Ряпушка	0,63	Хек	0,46
Мерланг	0,59	Макрурус северный	0,45
Пикша	0,58	Аргентина	0,44
Треска балтийская	0,60	Навага	0,43
Сардинелла	0,51	Путассу	0,40
Зубатка пестрая	0,56	Корюшка	0,39
Хамса	0,36	Ледяная (самки)	0,45
Тунец	0,56	Ледяная (самцы)	0,41

Карась	0,97	Макрурус тупорылый	0,30
Окунь речной	0,71	Сайра	0,28
Кефаль	0,51	Мойва	0,27
Жерех	0,57	Белый амур	0,65
Вобла	0,60	Кета	0,58
Толстолобик	0,59	Красная	0,58
Горбуша	0,61	Анчоус черноморский	0,34
Камбала-ерш	1,21	Макрель	0,43
Камбала желтохвостый	1,18	Судак	0,68
Сом	0,48	Сазан	0,64
Красноперка	0,63	Сельдь каспийская.	0,51
Синец	0,82		

Примечания. 1. Для неполовозрелых рыб значения κ_n на 8-12% меньше чем в таблице. 2. В более точных расчетах учитывают сезонные колебания κ_n и различие κ_n для самок и самцов.

Коэффициент полноты κ_n характеризуется некоторым разбросом значений в связи с индивидуальными особенностями отдельных рыб и их колебаниями в зависимости от сезона и района лова. В частности, у самок наибольшая полнота тела наблюдается в преднерестовый и нерестовый периоды, а наименьшая соответствует отнерестившимся рыбам. Затем с повышением упитанности и созреванием половых продуктов полнота тела рыбы несколько возрастает. У самцов сезонные колебания полноты тела меньше, чем у самок. Для одного и того же вида рыб коэффициент вариации величины κ_n может достигать 0.03 - 0.04. Принимая среднее значение κ_n , можно допустить ошибку 4 - 5%, которая снижается до 2 - 3%, если учитывать значение κ_n для заданного района и сезона лова.

12.10. Коэффициент сжатия тела рыбы $\kappa_{сж}$ в основном зависит от диаметра нитевидного материала и жесткости тела рыбы. При диаметре сетной нити менее 1-1,5мм и лове рыбы жестким телом $\kappa_{сж}$ равен 0,92-0,94, с мягким телом - 0,9-0,92; при диаметре нитевидного материала тралового мешка более 1,5-2мм соответственно - 0,94-0,96 и 0,92-0,94. Ошибка определения $\kappa_{сж}$ по приведенным данным не превышает 1-2%.

12.11 Коэффициент κ_c равен отношению максимального обхвата тела рыбы к периметру ячей номинального размера.

Минимальные значения коэффициента κ_c наблюдаются, когда ячей при прохождении через нее рыбы не деформируется и зависит только от раскрытия ячей мешка и отношения ширины тела b к высоте h в плоскости максимального сечения тела рыбы (табл. 12.1). В этом случае в среднем

$$\kappa_c = 1 - 0.4(b/h). \quad (12.9)$$

При небольшом натяжении сетных нитей и малых уловах, характерных для лова ставными неводами, рыба может в той или иной степени раздвигать нити ячей. С учетом этого на рис. 12.2 приведены осредненные значения коэффициента κ_c для рыб длиной более 15-20 см в зависимости от отношения b/h и величины улова Q_u за час или цикл лова.

При лове более мелких рыб и уловах за час лова менее 1 т значения κ_c принимают на 0.05-0.10 больше, чем на рис. 12.2.

Ошибка определения κ_c по приведенным данным обычно не превышает 4%.

12.12. Рабочее относительное удлинение ячей ε_y зависит в основном от вида материала сетного полотна, нагрузок на нити ячей, размера ячей и диаметра нитевидного материала, конструкции сливной части садка.

Осредненное значение ε_y определяют по эмпирической формуле

$$\varepsilon_y = \left(\kappa_e + \frac{\kappa_y}{A} \right) \frac{R_0 A}{l_0}, \quad (12.10)$$

где κ_e - коэффициент пропорциональности между относительным удлинением нитевидного материала и нагрузкой; κ_y - коэффициент пропорциональности между абсолютным удлинением ячей и нагрузкой; R_0 - нагрузка на все нити ячей по периметру сетного мешка длиной в жгуте l_0 .

Базовое значение относительного удлинения ячей ε_y зависит в основном

от вида волокнистого материала, диаметра и структуры нитевидного материала.

На рис.12.3 приведены осредненные значения $\varepsilon_{я}$ ячеи из капрона, полипропилена и манилы для диаметра нитевидного материала от 1мм до 4мм.

Для сетного полотна из других видов рыболовных материалов и при изменении технологии изготовления рыболовных материалов из капрона и пропиленена приближенно:

$$\varepsilon_{я} = \varepsilon_{яэ} \varepsilon_{0.5} / \varepsilon_{0.5}^3, \quad (12.11)$$

где $\varepsilon_{яэ}$ - рабочее относительное удлинение ячеи из материала (капрона, пропиленена, манилы), принятого за эталонный; $\varepsilon_{0.5}$, $\varepsilon_{0.5}^3$ - относительное удлинение нити соответственно из эталонного и данного материала при нагрузке, равной 501 от разрывной.

Ошибка определения $\varepsilon_{я}$ по формуле (12.10) может достигать 10-15%. Однако, ошибка определения величины $1 + \varepsilon_{я}$, которая входит в расчетные формулы для оценки параметров кривой селективности, обычно не превышает 3-4%.

12.13. Улов за час или цикл лова $Q_{ч}$ определяют по данным промысловой статистики как среднегеометрическое значение уловов, которые отобраны для определения величины $Q_{ч}$.

12.14. Минимальный $l_{мин}$ и максимальный $l_{макс}$ размер рыб в облавливаемых скоплениях определяют по осредненному за расчетный период в рассматриваемом промысловом районе вариационному ряду размерного состава рыб в зоне облова, как крайние значения этого ряда.

12.15. Значения промысловой меры на рыбу $l_{нн}$ и допустимый прилов рыб непромысловых размеров $[n_{нн}]$ содержатся в Правилах регулирования рыболовства, в конвенционных соглашениях или в других регламентирующих лов документах.

Из-за несовершенства методов оценки регламентирующих селективность лова показателей и консервативности Правил регулирования рыболовства величина этих показателей может не соответствовать существующим условиям лова. И тогда учетом новых методов промыслово-биологического обоснования этих показателей (Мельников, 1982, 1990 и др.) определяют их уточненные значения.

12.16. Для выбора 6-8 внутренних размеров ячеи, кривые селективности которых перекрывают с некоторым запасом диапазон размеров рыб в облавливаемом скоплении, сначала по кривой размерного состава определяют минимальный $l_{мин}$ и максимальный $l_{макс}$ размеры рыб в облавливаемых скоплениях, а затем по приближенным формулам определяют минимальный $A_{мин}$ и максимальный $A_{макс}$ размер ячеи из 6-8 выбираемых размеров ячеи:

$$A_{мин} = 0.9 \frac{\kappa_n l_{мин}}{2}; \quad (12.12)$$

$$A_{макс} = 1.0 \frac{\kappa_n l_{макс}}{2}. \quad (12.13)$$

Полученные значения $A_{мин}$ и $A_{макс}$ округляют с таким расчетом, чтобы, выбрав удобный шаг ΔA (обычно 2,4 или 5 мм), принять 6-8 расчетных значений размера ячеи A_i .

12.17. Расчетный размерный состав облавливаемых скоплений задают в виде таблицы (вариационного ряда), где каждому размеру l_i соответствует число рыб m_i , попавших в выборку:

l_i , мм	l_1	l_2	...	l_k	$\sum m_i$
m_i	m_1	m_2	...	m_k	M

Желательно, чтобы выборка содержала не меньше 150-200 рыб ($M=150-200$) и была разбита на 10-15 классов ($k=10-15$). Компьютер преобразует эту

выборку путем нормировки в эмпирическую плотность распределения $g^*(l)$, которая входит в расчетные формулы.

12.18. Исходные данные для различных вариантов расчетов, в т.ч. связанных с обоснованием размера ячеи в различных частях невода, закосят в таблицы (табл.12.2 и 12.3).

Таблица исходных данных

Таблица 12.2

Исходные данные	K_n	$K_{сж}$	K_c	$\varepsilon_{я}$	$Q_{ч}$	$l_{мин}$	$l_{макс}$	$l_{нп}$	$[n_{нп}]$
Варианты расчета									
1									
2									
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Продолжение таблицы 12.2

Исходные данные	$[n_n]$	$A_{мин}$	$A_{макс}$	ΔA
Варианты расчета				
1				
2				
...	...	...	...	...

Таблица 12.3

Исходные данные	Значения m_i для длины рыбы l_i , мм							
Варианты расчета	l_1	l_2	l_3	...	...	...	l_{k-1}	l_k

A_1								
A_2								
...	...	...	...	...	...	...	...	...

12.19. Рассмотрим далее некоторые особенности обработки результатов, расчетов оценки селективных свойств и обоснования размера ячеи.

12.20. В результате расчетов по каждому варианту для 6-8 размеров ячеи A_i компьютер должен выдавать в общем случае долю рыб, не подверженных селективному действию ячеи $\alpha_{нс}$; коэффициент селективности κ_{SM} ; диапазон селективности D_{SM} ; кривые селективности в виде ординат кривой для 10-15 размеров рыбы, значения Y_0 , $Y_{нп}$, Y_n , $n_{нп}$ и n_n .

Результаты расчетов по каждому варианту сводят в таблицы следующей формы:

Исходные данные	$\alpha_{нс}$	κ_{SM}	D_{SM}	Y_0	$Y_{нп}$	Y_n	$n_{нп}$	n_n
Варианты расчета								
A_1								
A_2								
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Размер ячеи	Значения ординат $S(l_i)$ для длины рыбы l_i , мм							
	l_1	l_2	l_3	...	...	...	l_{k-1}	l_k

A_1								
A_2								
...	...	...	...	...	...	...	...	...

По ординатам кривой селективности $S(l_i)$ строят кривые селективности $S(l)$ для 6-8 размеров ячеи, которые служат для сравнения селективных свойств сетного полотна или мотни с различным размером ячеи.

12.21. По данным таблицы составляют графики функций $n_{nn} = f_1(A)$ и $n_{nn} = f_2(A)$ в одних координатных осях (рис. 12.4).

По кривой $n_{nn} = f_1(A)$ и заданному допустимому прилову маломерных рыб $[n_{nn}]$ определяют необходимый размер ячеи A^o и долю рыб промысловых размеров n_n , которая уходит через ячею такого размера.

Если уход рыб промысловых размеров через ячею превышает допустимый, то возможны следующие варианты:

- рассматривая графики $n_{nn} = f_1(A)$ и $n_{nn} = f_2(A)$, устанавливают, нельзя ли уменьшить A^o без существенного (на 0,005-0,01) увеличения прилова рыб непромысловых размеров, доведя при этом n_n до допустимого;
- по результатам анализа селективных свойств при отцеживании пытаются так изменить эти свойства и соответственно исходные данные, что будут соблюдены требования к n_{nn} и к n_n ;
- добиваются изменения регламентирующих лов документов или требований к n_n (изменения l_{nn} $[n_{nn}]$, $[n_n]$);
- отказываются от лова как неэффективного).

Поданным таблицы строят графики функций $Y_0 = f_3(A)$, $Y_{nn} = f_4(A)$,

$Y_n = f_5(A)$, которые используют для анализа влияния размера ячеи на селективность и производительность лова.

13. Обоснование размера ячеи в других сетных частях ставных неводов

13.1. Другие стенки садков, как и его сливная стенка, должны удерживать, возможно, полнее рыб промысловых размеров и пропускать через ячею большую часть рыб непромысловых размеров. Соответственно, как и для сливной стенки садка, рассчитывают здесь размер ячеи. При относительно небольших уловах за цикл лова расчетный размер ячеи в не сливных стенках практически не должен отличаться от расчетного размера ячеи в сливной стенке. При больших уловах расчетный размер ячеи в не сливных стенках садка может быть несколько меньше, чем в сливной стенке, где часть рыбы в таких условиях не подвергается селективному действию ячеи. Таким образом, размер ячеи в не сливных стенках садков обычно не превышает размера ячеи в сливной стенке. Правильный выбор размера ячеи в не сливных стенках иногда не менее важен, чем в сливной стенке, т.к. через ячею не сливных стенок иногда уходит много рыб непромысловых размеров.

Т.к. в не сливных стенках садков крайне нежелательно обьячеивание рыбы, то выбранной с учетом прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров проверяют на обьячеивание рыб с применением одного из основных уравнений селективности.

По практическим данным размер ячеи в не сливных стенках садков принимают равным $(0,7-0,8) a_{об}$.

13.2. Размер ячеи в стенках садков ставных неводов обычно регламентируется Правилами регулирования рыболовства. Поэтому полученные для садков расчетные значения размера ячеи сравнивают с заданными в Правилах и если они отличаются, то принимают последний. Так как заданный часто много лет назад в Правилах размер ячеи может не соответствовать существующим усло-

виям промысла, то по (12.8) для него определяют уход через ячею рыб промысловых размеров, а из выражения (12.8) - гибель рыб, ушедших через ячею. Если уход через ячею рыб промысловых размеров систематически превышает 30-35%, то принимают меры для пересмотра существующих Правил.

13.3. Заданные в Правилах регулирования рыболовства промысловая мера на рыбу и допустимый прилов рыбы непромысловых размеров обычно задают с учетом биологических предпосылок. Решая совместно уравнения (12.5) и (12.6), можно определить промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров с учетом не только биологических предпосылок, но и допустимого ухода через ячею рыб промысловых размеров (Мельников А.В., 1982, 1988, 1990, 1993 и др.). Эти же показатели можно найти с применением различных уравнений «запас- промысел», например, модификаций уравнений Баранова и Бивертон-Холта, коэффициента использования поколения промыслового стада и т.д. (Мельников А.В., 1988, 1990). Более подробно способы оценки промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров рассмотрены в п.14.

13.4. Размер ячеи в стенках двора, которые выполняют задержанием и направляющие функции для рыбы промысловых размеров, выбирают с учетом двигательной активности рыбы, условий зрительной ориентации, расположения сетного полотна в неводе относительно потока, условий для направленного перемещения вдоль стенок двора.

Т.к. концентрация рыбы во дворе ставного невода и стремление выйти из него через сетное полотно меньше, чем в садках, то размер ячеи здесь должен быть таким же, как в не сливных стенка садка, а в условиях хорошей зрительной ориентации на 10-15% больше, чем в последних. Иногда принятый размер ячеи корректируют с учетом обьячеивающей способности сетного полотна.

С учетом практических рекомендаций размер ячеи в стенках двора в условиях плохой видимости можно принимать $0,7a_{oe}^*$ а-^в условиях хорошей - $0,8a_{об}$ -

13.5. Выбор шага ячеи крыла как направляющего элемента определяется в основном условиями зрительной ориентации.

13.6. Условия зрительной ориентации считают плохими, если дальность видимости сетной стенки менее 0,3-0,4 м (Асланова, 1955; Blaxter, Parrish, 1960 и др.), т.е. при условной прозрачности воды, но освещенности на глубине лова менее 10^{-2} - 10^{-3} лк.

При ночном световом режиме рыба ставными неводами обычно не ловится, а большую часть утренних и вечерних сумерек освещенность в мелководной части водоемов (при $X_c > 0,4-0,5$ м) больше 10^{-2} - 10^{-3} лк. Следовательно, лишь при $X_c < 0,5-0,6$ м сетное полотно крыла, как правило, должно составлять для рыбы механическую преграду.

В таких условиях размер ячеи крыла определяют так же, как и в не сливной части садков ставных неводов (см. п. 13), выполняя расчет для рыб наиболее мелкого вида в облавливаемых скоплениях.

13.7. При одноразмерном составе облавливаемого скопления при низкой прозрачности воды размер ячеи крыла на практике принимают равным (0,75-0,8) $a_{об}$ (где $a_{об}$ размер ячеи облавливающего орудия для лова рыбы того же размера).

Если облавливают многомерное скопление, то размер ячеи при низкой прозрачности воды можно принять равным $a_{об}$, но для размера рыбы, которой на восходящей ветви кривой плотности распределения состава облавливаемого скопления $g(l)$ соответствуют ординаты 0,1-0,15, т.е. принимать в расчет длину рыбы, которая несколько больше минимальной.

13.8. При прозрачности воды более 0,5-0,6 м размер ячеи определяют в первом приближении, приравнивая вертикальную диагональ ячеи и высоту h тела рыбы в плоскости максимального поперечного сечения:

$$a = \frac{h}{2\sqrt{1-u_1^2}}, \quad (13.1)$$

$$a = \frac{k_1 l}{2\sqrt{1-u_1^2}} = \frac{k_1 a_{об}}{2k\sqrt{1-u_1^2}}, \quad (13.2)$$

где k_1 - биометрический коэффициент, равный отношению h/l ; k - биометрический коэффициент, равный отношению $a_{об}/l$; l - длина рыбы; u_1 - посадочный коэффициент по горизонтали.

Пример. Определить шаг ячеи в крыле ставного невода для лова сельди, если $l=250\text{мм}$, $k - 0,11$, $k_1 - 0,22$; $u_1 - 0,9$.

$$a = \frac{0,22 \times 250}{2\sqrt{1-0,9^2}} = 68\text{мм}$$

$$a = \frac{0,22 a_{об}}{2 \times 0,11 \sqrt{1-0,9^2}} = 2,3 a_{об}$$

Найденные по формуле (13.2) значения, а лежат в основном в пределах $(2-3)a_{об}$, что, в общем, соответствует данным практики (Калиновский, 195Б; Фридман, 1969 и др.). Иногда шаг ячеи необходимо уточнять. Так, при лове рыбы, идущей небольшими группами или единично, значение, a целесообразно уменьшить до $(1,5-2,0)a_{об}$. Наоборот, при облове больших плотных скоплений вероятность «просачивания» рыбы через сетную стенку в условиях хорошей видимости мала, и шаг ячеи можно принимать до $(4-5) a_{об}$ и даже более.

13.9. При перемещении рыбы вдоль крыла уход рыбы через ячею менее вероятен из-за полного или частичного слияния мельканий сетных нитей. С учетом этого, если ловят в условиях зрительной ориентации, то размер ячеи полезно рассчитать из условия слияния мельканий сетных нитей:

$$A_{\phi} = \frac{V_p \cos(\alpha)}{u_p n_{кр}} \quad (13.3)$$

где V_p - скорость перемещения рыбы; α - угол, под которым рыба перемещается по отношению к сетному полотну; u_p - рабочий посадочный коэффициент сетного полотна; $n_{кр}$ - критическая частота мельканий нитей сетного полотна.

Критическая частота мельканий зависит в основном от вида рыбы, размера ячеи сетного полотна и освещенности на глубине лова, и для реальных размеров ячеи в условиях зрительной ориентации она для различных рыб изменяется в основном от нескольких единиц при сумеречном световом режиме на глубине лова до 50-60 при дневном световом режиме. Необходимые данные о критической частоте мельканий сетного полотна для различных случаев приведены в нашей работе (Мельников, 1979).

Размер ячеи, найденный по формуле (13.3), можно использовать лишь как справочный, т.к. при снижении скорости рыбы или ее остановке эффект слияния сетных нитей может исчезнуть, и рыба пройдет через ячею.

13.10. Часть крыла (30-50м) у ловушки в любом случае строят с шагом ячеи, составляющим для рыбы механическую преграду. Так как объеживание рыбы здесь и в открытках, ведущих во двор, особенно не желательно, то шаг ячеи постепенно уменьшают до $(0,6-0,7)a_{об}$ - Размер ячеи здесь можно определять так же, как садках ставных неводов.

14. Оценка промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров при лове ставными неводами

14.1. Практически во всех Правилах регулирования рыболовства и конвенционных соглашениях по рыболовству устанавливают промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров как важнейших показателей, ограничивающих рыболовство. Иногда эти показатели заменяют требованием не иметь на борту судна рыбу менее определенного размера, что

эквивалентно требованию определенной промысловой меры на рыбу при нулевом прилове рыб непромысловых размеров. Особое значение регламентация промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров имеет для лова ставными неводами, которыми работают в основном во внутренних водоемах с ограниченными запасами промысловых рыб.

Наиболее часто промысловую меру устанавливают равной длине рыбы, при которой большинство рыб рассматриваемого вида достигает половой зрелости.

Допустимый прилов рыб непромысловых размеров обычно принимают в диапазоне от 5% до 20%. Одно из наиболее известных обоснований этого показателя (Тюрин, 1962) предусматривает, что допустимый прилов рыб непромысловых размеров должен быть примерно равным коэффициенту естественной смертности рыб данного вида.

В рассмотренных, как и в других видах обоснования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров, исходят из чисто биологических предпосылок, направленных на сохранение запасов промысловых рыб. При этом учитывают далеко не все биологические факторы, влияющие на допустимый прилов рыб непромысловых размеров и промысловую меру на рыбу, а их влияние на эффективность промысла не принимают во внимание совершенно.

А.В.Мельников в дополнение к известным биологическим способам, разработал несколько способов промыслово-биологического обоснования рассматриваемых показателей (Мельников А.В., 1988).

14.2. Первый из них основан на применении основных уравнений селективности сетных мешков, используя которые можно определить пары значений промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров с учетом допустимой величины ухода через ячейку сетного мешка рыб промысловых размеров. Таким образом, первый способ предполагает определение рассматриваемых показателей с учетом эффективности лова.

Сравнивая между собой два из основных уравнений селективности при отцеживании (IE.5) и (12.6) для определения прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров, получаем выражение для определения минимально допустимого прилова рыб непромысловых размеров в зависимости от допустимого ухода из садка рыб промысловых размеров:

$$[n_{nn}] = 1 - \frac{1 - [n_n]}{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l)S(l)dl} \int_{l_{nn}}^{l_{макс}} g(l)dl. \quad (14.1)$$

В полученном выражении допустимый прилов рыб непромысловых размеров определяют не только в функции допустимого ухода через ячею рыб промысловых размеров, но и в функции промысловой меры на рыбу и размерного состава облавливаемых скоплений. Особенно важно, что можно получать различные пары значений допустимого прилова рыб непромысловых размеров и промысловой меры на рыбу, при которых заданное значение ухода рыб промысловых размеров соблюдается.

14.3. В основу второго (статистического) способа положена достаточно очевидная идея о том, что допустимый прилов рыб непромысловых размеров в значительной степени зависит от размаха колебаний пополнения промыслового стада, интенсивности вылова, величины естественной смертности и доли рыб непромысловых размеров в облавливаемых скоплениях.

В соответствии со вторым способом допустимый прилов рыб непромысловых размеров определяют по формуле:

$$[n_{nn}] = \frac{a \int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l)S(l)dl \sqrt{2-a^2} - a}{(I_в + I_м - I_в I_м)(1-a^2)}, \quad (14.2)$$

где $I_в$ - интенсивность вылова; $I_м$ - интенсивность естественной смертности.

Коэффициент

$$a = \frac{S^2}{R} \sqrt{\frac{F_{\beta}}{n}}, \quad (14.3)$$

где R и S^2 - среднее число рыб пополнения и исправленная выборочная дисперсия за n лет наблюдений; F_{β} - критерий Фишера при доверительной вероятности β .

Так же, как и по первому способу, допустимый прилов рыб промысловых размеров зависит от промысловой меры на рыбу и, при прочих равных условиях, можно получить несколько пар их значений, из которых одно (обычно промысловую меру на рыбу) принимают с учетом данных биологического обоснования.

15. Определение диаметра сетных нитей в ставных неводах

15.1. Диаметр сетных нитей элементов ставных неводов определяют, исходя в основном из прочности и долговечности сетного полотна. На практике диаметр d сетных нитей из капрона в длинной части садка обычно находят из отношения $d/A_{\phi}=0,03-0,035$ (где A_{ϕ} - фабричный размер ячеи), а в остальных частях невода и в отношении из отношения $d/A_{\phi}=0,02-0,03$. Большая величина приведенных отношений соответствует крупноячейной дели, меньшая - мелкоячейной дели. В крупноячейных крыльях это отношение иногда снижают до 0,01- 0,015. Приведенные соотношения не только обеспечивают обычно достаточную прочность и долговечность сетного полотна, но и сравнительно небольшое обьячеивание рыбы.

15.2. Диаметр нитей сетного полотна ставных неводов, как и других сетных орудий лова, можно рассчитать, если известен закон изменения прочности нитей во времени.

Обычно изменение прочности сетных и веревочно-канатных элементов

орудий лова подчиняется закономерности вида

$$R(t) = R_0 \exp(-at^b), \quad (15.1)$$

где R_0 - начальная прочность рыболовного материала (например, сетной нити); a и b - положительные случайные параметры, характеризующие скорость потери прочности материала.

Тогда необходимый диаметр сетной нити

$$d = \sqrt{4R_{ост} \exp(aT_{сл}^b) / \sigma}, \quad (15.2)$$

где $R_{ост}$ - допустимая остаточная прочность сетной нити; $T_{сл}$ - заданный срок службы орудия лова; σ - разрушающее напряжение сетной нити.

Особенности расчета рыболовных материалов рассмотренным способом приведены в книге В.Н.Мельникова (1982).

Возможно определение необходимой толщины сетных нитей с учетом экономических критериев (Мельников, 1982), условий общей и местной прочности сетного полотна и т.д.

16. Обоснования посадочного коэффициента сетного полотна ставных неводов

18.1. Посадочный коэффициент крыла влияет на видимость сетной стенки, натяжение сетных нитей и соответствие формы тела рыбы форме ячеи. В крупноячейных крыльях особенно важен последний фактор. Чем больше отличается форма ячеи от формы тела рыбы, тем выше задерживающее действие рыла при том же шаге ячеи. Однако применение слишком больших посадочных коэффициентов нерационально из эксплуатационных соображений, и его значение на практике обычно не превышает 0,9.

16.2. Если ячеи крыла составляет для рыбы механическую преграду, то роль всех перечисленных эффектов посадочного коэффициента особого значе-

ния не имеет, и его следует принимать близким к 0,707 из условия наименьшего расхода сетематериалов. Если при таком посадочном коэффициенте рыба частично объеживается в мелкочейных крыльях, то его можно увеличить до 0,80-0,85. Для сетного полотна во дворе и садках невода во всех случаях целесообразно принимать посадочный коэффициент, близкий к 0,707.

17. Обоснование параметров входных устройств ловушек ставных неводов

17.1. Выбирают тип и число входных устройств, минимальные размеры входа, длину и угол конусности.

17.2. Тип входного устройства в ставных неводах зависит в основном от массовости и горизонта хода рыбы. Так, невода с занавесками применяют при облове больших косяков рыбы, причем после захода одного из них в невод делают переборку. Невода подъемными дорогами наиболее эффективны при недостаточно массовом ходе пелагических рыб, когда целесообразно усложнить конструкцию невода с целью повышения его уловистости. Невода с открывками (входными отверстиями в виде вертикальной щели) наиболее универсальны и их используют для лова любой рыбы. Невода с входными устройствами вентерного типа применяют для лова одиночных рыб или рыб, идущих небольшими группами; такие устройства сложнее, но обладают наибольшей удерживающей способностью.

17.3. Рассмотрим подробнее особенности выбора параметров входных устройств с открывками как самых распространенных.

17.4. Условия для захода рыбы в ловушку наиболее благоприятны, если любая рыба в косяке шириной L_x видит только одну сетную стенку - открывок или крыло. С учетом этого ширина входа в ловушку

$$H = L_x + c + L_g, \quad (17.1)$$

где c - минимальное расстояние, на котором рыба держится от сетного полотна; L_g - дальность видимости сетного полотна открылка или крыла.

Формула (17.1) дает завышенные результаты, когда ловят рыбу, идущую небольшими косяками или единично, а дальность видимости превышает 2-3 м. Определим величину H , которая в этих случаях еще допустима.

Рыба, идущая на расстоянии c от крыла, замечает открылок, когда кратчайшее расстояние до него равно L_g (рис.17.1).

После этого она, по-видимому, не повернет назад, если в это же время заметит конец крыла. Условие выполняется, если открылок совпадает с одной из касательных к окружности радиуса L_g , проведенной через конец крыла (рис.17.1). С учетом этого и некоторых упрощений (шириной косяка в этом расчете пренебрегаем)

$$H = L_g(1 - \operatorname{tg}\alpha_0) + c \quad (17.2)$$

Выражение (17.2) справедливо лишь для $\alpha \leq 45^\circ$. При $\alpha = 45^\circ$ получаем минимальное значение $H = c$ (по данным наблюдений (Асланова, 1955; Маркин, 1975 и др.), минимальное расстояние c , на котором рыба держится от крыла, изменяется в основном от 0,2 до 2 м, причем в плохих условиях видимости это расстояние лишь несколько меньше L_g). Таким образом, угол α в рассматриваемом случае целесообразно принимать близким к 45° . Угол $\alpha \leq 45 - 55^\circ$ можно рекомендовать и в других случаях, так как при увеличении его образуется двор с более плавными очертаниями, а кроме того, можно уменьшить размеры двора.

Максимальное расстояние от открылка до крыла $H_{\max}$ (см.рис. 17.1) определяется наибольшим расстоянием, на котором рыба перемежается вдоль крыла. Это расстояние обычно невелико и мало изменяется при лове небольших косяков и одиночных рыб. При лове крупных косяков, особенно в условиях хорошей видимости, оно колеблется в широких пределах. Вот почему в пер-

вом случае $H_{\text{макс}}$ принимают равным $(2 - 3)H$, а во втором $(3 - 5)H$. Расстояние $H_{\text{макс}}$ может быть значительно больше, если открылки самостоятельно (помимо крыла) направляют рыбу в ловушку.

Длину открылка $l_{\text{отк}}$ несложно определить используя H , $H_{\text{макс}}$ и α :

$$l_{\text{отк}} = (H_{\text{макс}} - H) / \sin \alpha. \quad (17.3)$$

Открылки служат стенкой двора, полностью или частично. Длина части открылка, принадлежащая двору, определяется в основном с учетом остальных размеров и формы ловушки. Однако исходя из управления поведением рыбы внутри двора это расстояние должно быть возможно большим.

17.5. Рассмотрим далее особенности определения параметров входных устройств из двора в садки. Большое значение имеет выбор числа пар открылков. Как показал Ю.С.Сергеев (1963), с усложнением входного устройства, с одной стороны, увеличивается удерживающая способность садка, с другой - уменьшается поступление в него рыбы. При этом уловы в садке с одной парой открылков выше, чем с несколькими, при частых переборках и, наоборот, когда переборки выполняют редко. Эти положения, подтвержденные практикой лова, позволили Ю.С.Сергееву сделать вывод, что при массовом ходе рыбы эффективнее входные устройства с одной парой открылков, а при разреженном (чтобы удлинить оптимальное время между переборками) - с несколькими.

Чем больше расстояние между парами открылков, тем лучше их удерживающая способность. Наиболее благоприятен случай, когда это расстояние превышает дальность видимости открылков. Ширину входа H_1 в садок определяют из условия, что рыба должна увидеть конец открылка и входное отверстие, примерно в то же время, когда она обнаружит второй открылок (рис.17.1):

$$H_1 = \frac{L_{\text{г}} - \sqrt{L_{\text{г}}^2 - c^2 \sin \alpha} + c \cos 2\alpha}{\cos \alpha_0} \quad (17.4)$$

Исследуя выражение (17.4) на экстремум, получаем, что при $L_g \geq c$, т.е. практически в условиях хорошей видимости, минимальное значение H_1 наблюдается, если угол α_0 близок к 45° . Для значений $c_{мин}$, близких к L_g , т.е. в условиях плохой видимости, минимальному значению H_1 соответствуют углы $\alpha_0 = 30 - 35^\circ$. Так как условия видимости в процессе лова меняются, то следует принимать некоторые средние значения углов α_0 (обычно $35-40^\circ$). На практике $\alpha_0 = 20 - 40^\circ$ (Фридман, 1969).

Открылки внутри садков должны достигать примерно середины длины садка, если рыба здесь совершает преимущественно направленные перемещения и держится у стенок садка; если же рыба распределена в садке дисперсной, то предпочтительнее короткие открылки, которые заканчиваются в первой трети длины садка.

18. Обоснование габаритных размеров и формы частей ловушки ставных неводов

18.1. Размеры двора выбирают так, чтобы рыба от входного отверстия не видела впереди и сбоку его стенок. Это значит, что стенки двора не должны попадать в пространство, ограниченное дугами окружности радиусом, равным дальности видимости L_g стенок (рис.18.1). Дальность видимости сетной стенки определяют по одной из нижеприведенных формул:

$$L_g = 0.5 X_c \lg(K_g / K_n); \quad (18.1)$$

$$L_g = (1/\alpha_n) \lg(K_g / 2K_n), \quad (18.2)$$

где X_c - условная прозрачность воды по диску Секи, м; K_g - контраст рассматриваемого объекта с фоном; K_n - порог контрастной чувствительности глаза рыбы.

При определении L_g по формулам (18.1) и (18.2) в расчет принимают наибольшие значения условной прозрачности воды X_c , контраста K_g сетного полотна с фоном и пороговые величины контраста, соответствующие дневному режиму освещения.

Размеры двора иногда зависят от возможной концентрации в нем рыбы: в любом случае среднее значение концентрации должно быть в 3-4 раза меньше той, при которой у рыбы проявляется стайный инстинкт. При увеличении размеров двора уменьшается вероятность скатывания рыбы в садки (Андреев, 1962). Форма двора должна затруднять обратный выход из него рыбы, способствовать ее заходу в садки и перемещению рыбы вдоль стенок без резких поворотов. Реализация этих требований во многом зависит от особенностей перемещения рыбы во дворе. Однако, в общем задача сводится к проектированию двора без острых углов. Кроме того, направления стенок двора и открылков, ведущих в садки, должны примерно совпадать.

18.2. Размеры садков определяют с учетом дальности видимости их стенок, сохранения улова в живом виде или уменьшения вероятности ухода из садков рыбы (Андреев, 1962). Первое условие аналогично требованию к размерам двора (см. рис. 18.2). Объем, садка с учетом второго условия зависит от максимальных уловов невода за переборку и живучести рыбы.

Предельная концентрация рыбы в садке зависит от вида рыбы, ее состояния, температуры воды, силы ветра и волнения. В обычных условиях эксплуатации невода за предельную концентрацию рыбы можно принимать величину на 2-3 порядка больше, чем в облавливаемых косяках.

Однако чрезмерно завышать размеры садков, исходя из второго условия, нецелесообразно, если при концентрации рыбы в садке, близка к максимальной, садки можно перебирать.

Размеры садков с учетом вероятности ухода из них рыбы определяют при ловле стайной рыбы, у которой стремление выйти из невода резко возрастает при достижении концентрации, соответствующей ее концентрации в косяках.

Зная максимально возможные уловы на садок невода и принимая в расчет в 2-3 раза меньшую в них концентрацию рыбы, чем в косяках в период лова, можно определить оптимальный с этой точки зрения объем садка.

Соотношение между длиной, шириной и высотой садка зависит в основном от размеров судна для переработки невода и глубины в месте лова. Желательно, однако, чтобы ширина садка в 2 раза и более превышала дальность видимости сетной стенки.

19. Обоснование длины крыла ставных неводов

19.1. Оптимальную длину крыла определяют с учетом распределения рыбы в естественных условиях в зоне установки невода, анализа величины уловов и себестоимости добычи рыбы неводами с различной длиной крыла, комбинированными способами.

19.2. Обычно ставные невода устанавливают в прибрежной зоне, и распределение рыбы в функции расстояния до берега влияет на длину крыла. Если рыба идет от берега на расстоянии не более 200-300м, то длина крыла обычно равна этому расстоянию. При большей ширине хода рыбы оптимальную длину крыла находят, анализируя работу неводов с крыльями различной длины. Принятие решения не вызывает затруднений, если у неводов с крыльями длиной $l_{кр} = 300 - 400$ м. уловы перестают возрастать или падают. Если же уловы продолжают увеличиваться, то наиболее надежным критерием оценки оптимальной длины крыла является себестоимость добычи рыбы. Ориентировочно себестоимость добычи рыбы в рассматриваемом случае определяют по формуле:

$$S = \frac{c_{лов} + c_{кр}(l_{кр}) + m(l_{кр})t}{Q(l_{кр})t}, \quad (19.1)$$

где $c_{лов}$ - стоимость ловушки невода, включая расходы на ее установку;

$c_{кр}(l_{кр})$ - стоимость крыла невода в функции $l_{кр}$, включая расходы на его установку; $m(l_{кр})$ - среднесуточная стоимость технического оборудования невода в функции $l_{кр}$; $Q(l_{кр})$ - среднесуточная производительность лова в функции $l_{кр}$; t - полное время эксплуатации невода.

Исследовав уравнение (19.1) на экстремум, определяют длину крыла, при которой себестоимость добычи рыбы минимальна.

19.3. Сложнее расчет оптимальной длины крыла с учетом себестоимости добычи рыбы, если невод имеет не одну, а несколько ловушек. Некоторые особенности расчета $l_{кр}$ в этом случае рассмотрены Каракоцким Е.Д. (1962).

19.4. При сравнительно небольшой стоимости крыла себестоимость рыбы слабо зависит от длины крыла. В этом случае лучшие результаты дает следующий способ определения $l_{кр}$. Если известна плотность вероятности распределения подходов рыбы к крылу $g(x)$ (x – расстояние от ловушки) и вероятность попадания рыбы в ловушку с различных участков крыла $w(x)$, то относительное количество рыбы, пойманной неводом с длиной крыла $l_{кр}$, составляет

$$n = v \int_0^{l_{кр}} g(x)w(x)dx, \quad (19.2)$$

v - вероятность улавливания рыбы самой ловушкой. Функция $w(x)$ обычно имеет вид:

$$w(x) = e^{-ax}. \quad (19.3)$$

где a - эмпирический коэффициент.

Величина коэффициента, a тем меньше, чем оптимальные оптические свойства крыла, выше стремление рыбы двигаться в определенном направлении, меньше угол между направлением крыла и направлением перемещения рыбы в естественных условиях. Простота функции $w(x)$ позволяет легко опре-

делить величину коэффициента и вид функции по результатам лова невода с различной длиной крыла. Зная, кроме того, вид функции $g(x)$, несложно по характеру изменения $n_{отн}(l_{кр})$ найти длину крыла, близкую к оптимальной. В частности, если $g(x) = const$, то

$$n_{отн} = (v/a)(1 - \exp(-al_{кр})). \quad (19.4)$$

19.5. Это выражение, аналогичное формуле В.М. Халилова (1972), неудобно для определения оптимальной длины невода из-за асимптотического характера кривой $n_{отн}(l_{кр})$. Для уточнения решения запишем формулу для относительной себестоимости рыбы, сходную с выражением (19.1):

$$S = \frac{c_{лов} + c_{кр}(l_{кр}) + m(l_{кр})t}{1 - \exp(-al_{кр})}. \quad (19.5)$$

Экстремум функции (19.5) дает оптимальное значение длины крыла.

19.6. В заключение отметим, что оптимальную длину крыла иногда определяют с учетом глубин в районе установки невода, т.к. высота крыла обычно не должна превышать 15-20 м.

20. Обоснование видимости и оптимальной окраски частей ставных неводов

20.1. Видимость элементов ставных неводов во многом определяет эффективность их работы.

20.2. Крылья неводов, выполняющие задерживающие и направляющие функции, должны быть достаточно заметны. В то же время слишком заметная сетная стенка иногда отпугивает рыбу, ухудшает направляющее действие крыла (Баранов, 1960 и др.). По наблюдениям за поведением рыбы у крыла ставного невода (Асланова, 1958; Маркин, 1975 и др.), крыло успешно выполняет

направляющие функции уже при дальности видимости сетного полотна $L_2 = 0.5 - 1.0$ м.

Расчеты дальности видимости крыла в различных условиях показывают, что если рыба попадает в ловушку в основном в утренние или вечерние сумерки, то крыло должно иметь наибольшую видимость; если массовый лов наблюдается при дневном световом режиме на глубине лова, то мелкочейное крыло должно иметь наименьшую видимость (за исключением районов, где $X(c) < 1 - 2$ м.), а крупночейное - наибольшую. При круглосуточном ходе рыбы предпочтение обычно следует отдавать крыльям наибольшей видимости.

Как и в других случаях, когда рассматривается вертикально расположенное сетное полотно, окраска наибольшей видимости должна быть белой, если отношение E_n/E_g на глубине лова преимущественно больше $1/25 - 1/30$, и черной, если $E_n/E_g < 1/25 - 1/30$ (E_n и E_g - соответственно освещенность нижней и верхней поверхности горизонтальной плоскости на глубине лова).

Видимость и направляющее действие крыла при слабой освещенности на глубине лова можно повысить путем наложения на сетное полотно зрительных ориентиров в виде поперечных полос (Маркин, 1975). Расстояние между ними не должно превышать $0,5-0,7$ дальности их видимости, найденной по формуле (18.1).

20.3. Стенки двора и элементы входных устройств также выполняют направляющие функции, однако направленное движение вдоль них обычно не превышает $10-20$ м. Стенки двора и особенно входные устройства должны быть наименьшей видимости для снижения вероятности обратного выхода рыбы из ловушки. Таким образом, желательно, чтобы стенки двора и элементы входных устройств имели во время активного хода рыбы дальность видимости $0,3-0,4$ м, когда сетная стенка еще выполняет направляющие функции.

Если сетное полотно рассматриваемых элементов изготовлено из непрозрачных нитей, то его окрашивают в цвет наименьшей видимости; только в

районах лова с $X_c < 0.4 - 0.5$ м, окраска может быть некоторой средней (с яркостным контрастом $K_g = 0,6-0,7$) и даже наибольшей видимости. Расчет коэффициента отражения ρ серой поверхности сетного полотна, который обеспечивает заданное значение K_g , рассмотрен в нашей работе (Мельников, 1983).

Некоторые особенности имеет окраска сетного полотна наименьшей видимости входных устройств вентерного типа круглой, ромбовидной и прямоугольной формы. Она должна изменяться в принципе от белой в верхней части до темной в нижней. В среднем входные устройства такого типа окрашивают в один цвет с коэффициентами отражения $0,18-0,3$ (большие соответствуют более мутным водам).

Для районов с прозрачной водой ($X_c > 2 - 3$ м) стенки двора и элементы входных отверстий можно изготавливать из мононитей не слишком высокой прозрачности.

Требования к видимости и окраске стенок двора и элементов входных отверстий распространяются и на участок крыла (15-20 м), прилегающий к ловушке. Малая видимость крыла здесь улучшает условия захода рыбы в ловушку и позволяет уменьшить размеры входного отверстия.

20.4. Особенно важна наименьшая видимость для сетного полотна стенок садков. В течение суток окраска наименьшей видимости для различно ориентированных стенок садка (как и двора) в общем, изменяется. Однако за основу принимают диффузный режим освещения. В садках особенно перспективны сетные полотна из мононитей. Днищевые стенки двора и садков также должны иметь наименьшую видимость. Для этого их окрашивают в темный цвет (с коэффициентом отражения $0,10-0,15$), кроме случая, когда днище рассматривается на фоне светлого грунта.

20.5. Подъемные дороги и лотки в ловушках выполняют направляющие функции. При малой длине, соизмеримой с размерами двора, им необходима наименьшая видимость, при большой – такая же, как и крыла. Подъемные до-

роги и лотки в поперечном сечении имеют форму, близкую к параболе, и их оптимальная окраска по периметру неодинакова. Однако, как и для усинков вентерного типа, применяют одноцветную окраску. Наименьшая видимость их получается при коэффициентах отражения сетного полотна 0,10-0,15 (большие соответствуют более мутным водам), а наибольшая - в случае неокрашенного сетного полотна.

Особые требования предъявляют к части подъемной дороги или лотка у ловушки. Заходящая в ловушку рыба видит эту часть на темном фоне, поэтому окраска наименьшей видимости темная, зашедшая рыба рассматривает ее обычно снизу на светлом фоне, поэтому окраска наименьшей видимости светлая. Полнее обоим требованиям удовлетворяет сетное полотно с коэффициентами отражения 0,18-0,3.

21. Расчеты ставных неводов на прочность и штормоустойчивость

Расчеты ставных неводов на прочность и устойчивость изложены в учебной литературе (Фридман, 1981; Войниканис-Мирский, 1983).

22. Особенности разработки и содержания технической документации на проектирование ставных неводов

22.1. Общие принципы разработки технической документации при проектировании орудий лова на биотехнической основе изложены в нашей работе (Мельников, 1982). Такие принципы, с одной стороны, составлены с учетом соответствующих государственных стандартов на единую конструкторскую документацию и на конструкторскую документацию сетных орудий лова, с другой, на особенности проектирования орудий лова с учетом использования при этом разнообразных данных об объекте лова и условиях внешней среды.

Конструкторская документация сетных орудий лова обычно содержит тех-

ническое задание, техническое предложение, технический проект, рабочую документацию. Разработку такой документации при проектировании ставных неводов выполняют, учитывая, что в общем, виде, для орудий лова особенности разработки изложены в упомянутой выше литературе.

Литература

Андреев Н.Н. Теоретические основы расчета ставных подвесных неводов на самозатопление//Труды Мосрыбвтуза. Вып. 1, 1957, с. 18 - 30.

Андреев Н.Н. Справочник по орудиям лова, сетеснастным материалам и промысловому снаряжению// М.: Пищепромиздат, 1962. -504 с.

Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства, - М.:Пищепромиздат, 1960. - 696 с.

Войниканис-Мирский В.Н. Техника промышленного рыболовства.-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 482 с.

Денисов Л.И. Рыболовство на водохранилищах М.: Пищевая промышленность, 1978. - 286 с.

Денисов Л.И. Промышленное рыболовство на пресноводных водоемах. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 272с.

Калиновский В.С. Штурмоустойчивые ставные невода// Приморское книжное издательство, 1962. -104 с.

Канин В.Ф. Промысловое обоснование конструкций ставных неводов Труды Латвийского отделения ВНИРО. Вып. 2, 1957, с. 64-78.

Каракоцкий Е.Д. К вопросу об уловистости лососевых ставных неводов// Труды КТИРПХа. Вып. 14, 1962, 56-62.

Мельников А.В. О совершенствовании правил регулирования рыболовства. - Рыбное хозяйство, 1982, N 5, с. 62 - 64;

Мельников А.В. Расчетно-экспериментальные методы исследований селективных свойств и обоснования размера ячеи концентрирующих частей от-

цеживающих орудий лова. - В кн.: Исследования по технике промышленного рыболовства и поведению рыб. Сб. научных трудов ВНИРО, М., 1983 а, с. 48 - 55. ;

Мельников А.В. Связь между приловом молоди и уходом через ячею рыб промысловых размеров и мерой на рыбу. - Рыбное хозяйство, 1983 б, N2, с.65;

Мельников А.В. Определение параметров кривой селективности по полуэмпирическим формулам. - В кн.: Исследование по оптимизации рыболовства и совершенствованию орудий лова. Сб. научных трудов ВНИРО, М., 1985, с. 68 - 77;

Мельников А.В. Применение математических моделей селективности для обоснования размера ячеи сетных мешков при лове рыб нескольких видов. - Тезисы доклада на конференции молодых ученых и специалистов по проблемам автоматизации управления в рыбном хозяйстве. М.: АСУрыбпроект, 1986а, с. 147 - 148;

Мельников А.В. Определение параметров кривой селективности сетных мешков по полуэмпирическим расчетным формулам. Методические рекомендации. Астрахань, Астрыбвтуз, 1986б. Рукопись депонирована в ЦНИИТЭИРХе, РХ-75Z - 20с.;

Мельников А.В. Обоснование размера ячеи сетных мешков и сливов отцеживающих орудий лова и ловушек. Методические рекомендации. Астрахань, 1986в. Рукопись депонирована в ЦНИИТЭИРХе, РХ-753 - 44с.;

Мельников А.В. О причинах постоянных колебаний селективности сетных мешков. Тезисы доклада на всесоюзном научно-техническом семинаре по гидромеханике и проектированию орудий лова. Калининград, НПО промрыболовства, 1987 а, с. 139 - 141;

Мельников А.В. Селективные свойства сетных мешков с гексагональной ячеей и из мононитей. Тезисы доклада на всесоюзном научно-техническом семинаре по гидромеханике и проектированию орудий лова. Калининград, НПО промрыболовства, 1987 б, с. 142.

Мельников А.В. Анализ влияния основных факторов на расчетный размер ячеи сетных мешков. Астрыбвтуз, Астрахань, 1987, депонирована в ЦНИИТЭИРХе, РХ-864. - 13 с.;

Мельников А.В. Некоторые вопросы контроля и регулирования рыболовства. Вопросы теории и практики. Сборник научных трудов ВНИРО, М., 1988а, с. 157 - 169:

Мельников А.В. Об управлении селективностью рыболовства. Труды Астрыбвтуза. Юбилейный выпуск, 1990 а, с. 41 - 45;

Мельников А.В. О некоторых задачах селективности рыболовства. - Совершенствование орудий промышленного рыболовства в связи с поведением гидробионтов. Сборник научных трудов ВНИРО, М., 1990б, с. 208 - 222;

Мельников А.В. Методика оптимизации размера ячеи траловых мешков. Астрахань, Астрыбвтуз. Рукопись депонирована во ВНИЭРХе, 1991, РХ- 1129 , 33 с.

Мельников В.Н. Биофизические основы промышленного рыболовства. - М.: Пищевая промышленность, 1973. - 392 с.

Мельников В.Н. Основы управления объектом лова. - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 360 с.

Мельников В.Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства. - М.: Пищевая промышленность, 1979. - 375 с.

Мельников В.Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - £64 с.

Мельников В.Н. Биотехнические основы промышленного рыболовства. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 216 с.

Мельников В.Н. Устройство орудий лова и технология добычи - ВБ -рыбы. - М.: Агропромиздат, 1991. - 384 с.

Мельников В.Н., Лукашов В.Н. Техника промышленного рыболовства М.:

Легкая и пищевая промышленность, 1981. -312 с.

Сергеев Ю.С. Методика оценки удерживающей способности камер ловушек ставных неводов// Труды АтлантНИРО. Вып. 10, 1963, с. 17-29.

Торбан С.О. Механизация процессов промышленного рыболовства М.: Пищевая промышленность, 1977. - 47S с.

Торбан С.С, Карпенко В.П. Механизация и автоматизация промышленного рыболовства М.: Агропромиздат, 1986. - 466 с.

Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М: Легкая и пищевая промышленность, 1981.- 3S8 с.

Халшгав В.М. Оптимальная длина крыла ставного невода.- Рыбное хозяйство, 197S, N 1, C.4S- 44.

Контрольные вопросы

VIII. Особенности многовариантного проектирования ставных неводов

1. Перечислите основные недостатки одновариантного проектирования ставных неводов.
2. Как использовать общие математические модели лова для многовариантного проектирования ставных неводов?
3. Как определять количество вариантов условий лова при многовариантном проектировании ставных неводов?
4. Почему нужна и как проводится унификация ставных неводов при их многовариантном проектировании?
5. Какие показатели являются критерием успешной работы унифицированных ставных неводов?
6. Перечислите наиболее важные и сложные задачи многовариантного проектирования ставных неводов.
7. Какие показатели лова ставными неводами можно оптимизировать с применением математической модели производительности лова?

8. Какие исходные данные необходимы для оптимизации лова ставными неводами с применением математической модели производительности лова?
9. Почему, кроме общей математической модели лова ставными неводами, необходимы частные математические модели?
10. В какой последовательности используют частные математические модели лова при многовариантном проектировании ставных неводов?
11. Как подходить к унификации типоразмеров ставных неводов и их элементов и использованию сменных частей орудий лова с учетом их многовариантного проектирования.

IX. Выбор исходных данных при проектировании ставных неводов

1. Что из себя представляет таблица исходных данных при многовариантном проектировании ставных неводов?
2. Что выдает компьютер после ввода исходных данных для многовариантного проектирования ставных неводов?
3. Для чего необходимо знать и как определять естественный световой режим в месте установки ставных неводов?
4. Охарактеризуйте дневной, сумеречный и ночной световой режим на глубине лова?
5. Для чего необходимо знать дальность реакции рыбы на элементы ставного невода и как ее приближенно определить?
6. Для чего необходимо знать скорости течения в районе лова ставными неводами, и какие ее характеристики необходимо определять?
7. Для чего необходимо знать распределение рыб в районе лова ставными неводами и как его характеризовать?
8. Для чего необходимо знать размерный и видовой состав рыб в районе лова ставными неводами и как их характеризовать?

Х. Выбор основных конструктивных особенностей и схем установки ставных неводов

1. Какие основные показатели способа лова ставными неводами, прежде всего, выбирают при лове ставными неводами?
2. Как выбирают место и период лова ставными неводами?
3. Как выбирают вид установки ставными неводами (у берега, вдали от берега, одиночная, лавой - группой)?
4. Как выбирают вид и конструктивные особенности ловушек?
5. Как выбирают направление крыла ставного невода?
6. Как выбирают вид установки и способ обеспечения штормоустойчивости?

ХI. Общие требования к показателям сетного полотна ставных неводов

1. Перечислите основные показатели сетного полотна. £. Перечислите основные требования к сетному полотну для постройки ставных неводов.
2. Какие волокнистые материалы можно применять для постройки ставных неводов?
3. Для чего пропитывают сетематериалы при постройке ставных неводов?
4. Какие преимущества имеют сетные полотна с шестиугольной ячейей при постройке ставных неводов?

ХII. Обоснование размера ячеей в сливах садков ставных неводов

1. Запишите и объясните выражения для кривой селективности сливов и ее параметров.
2. Из каких условий определяют обычно размер ячеей в сливах?
3. Запишите и объясните основные уравнения селективности сливов.

4. Что получают в результате решения основных уравнений селективности сливов и как их используют для обоснования размера ячеи?
5. Зарисуйте и объясните графики на рис. 12.1.
6. Почему размер ячеи в сливах ловушек ставных неводов часто определяют также с учетом объеивания и гибели рыб?
7. Перечислите исходные данные, необходимые для решения задач селективности?
8. Охарактеризуйте коэффициент полноты тела рыбы.
9. Охарактеризуйте коэффициент сжатия тела рыбы.
10. Охарактеризуйте коэффициент соответствия формы максимального поперечного сечения тела рыбы форме ячеи в сливах.
11. Охарактеризуйте рабочее относительное удлинение ячеи сливов.
12. Почему при обосновании размера ячеи в сливах используют 6-8 расчетных размеров ячеи сливов?
13. Как задают размерный состав рыб при обосновании размера ячеи сливов?
14. Что собой представляет таблица исходных данных при обосновании размера ячеи сливов?
15. Что собой представляет таблица результатов расчетов при обосновании размера ячеи сливов?

XIII. Обоснование размера ячеи в других сетных частях ставных неводов

1. Чем отличается обоснование размера ячеи несливных стенок садка от аналогичного обоснования для сливных стенок?
2. Чем регламентируется селективность лова в садках ставных неводов и как эту регламентацию использовать при расчетном определении размера ячеи?
3. Как определяют размер ячеи в стенках двора?
4. Что определяет, прежде всего, выбор размера ячеи в крыльях став-

ных неводов?

5. Как определяют размер ячеи в крыльях ставных неводов в условиях низкой и высокой прозрачности воды?
6. Как определить размер ячеи в крыльях из условия слияния сетных нитей?

XIV. Оценка промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб промысловых размеров при лове ставными неводами

1. Как определяют обычно промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров?
2. Как определить промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров с применением основных уравнений селективности?
3. Как определить промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров с использованием статистического метода?

XV. Определение диаметра сетных нитей в ставных неводах

1. Как определяют диаметр сетных нитей в различных частях ставных неводов на практике?
2. Как определить диаметр сетных ниток с учетом изменения прочности сетных нитей в процессе эксплуатации?

XVI. Обоснование посадочного коэффициента сетного полотна ставных неводов

1. Как выбирают посадочный коэффициент в садках и во дворе ловушек ставных неводов?
2. Как выбирают посадочный коэффициент в крыльях ставных неводов в условиях плохой и хорошей видимости на глубине лова?

XVII. Обоснование параметров входных устройств ловушек ставных неводо-
дов

1. Как выбирают тип входных устройств во двор и ловушку?
2. Как выбирают ширину входа во двор в устройствах в виде вертикальной щели?
3. Как выбирают длину открьлков входа во двор ловушек?
4. Как выбирают параметры входных устройств, ведущих из двора в садки (количество входных устройств, ширину входа, угол конусности)?

XVIII. Обоснование габаритных размеров и формы частей ловушки ставных неводо-
дов

1. Как определить дальность видимости стенок двора и садков ставных неводо-
дов?
2. Как зависит размер двора ловушек от дальности видимости его стенок и концентрации рыбы?
3. Как выбирают форму двора ловушек?
4. Как определяют необходимый объем садков ловушек?
5. Как выбирают длину, ширину и высоту ловушек?

IXX. Обоснование длины крыла ставных неводо-
дов

1. Как определить длину крыла при ограниченной ширине хода рыбы у берега?
2. Как определить длину крыла невода с учетом себестоимости добычи рыбы?
3. Как определить длину крыла с учетом плотности вероятности распределения рыбы вдоль крыла?
4. Как определить длину крыла с учетом плотности вероятности распре-

деления рыбы вдоль крыла и себестоимости добычи рыбы?

XX. Обоснование видимости и оптимальной окраски частей ставных неводов

1. Как выбирают видимость крыла в плохих и хороших условиях зрительной ориентации?
2. Как выбирают видимость стенок двора?
3. Как выбирают видимость входных устройств?
4. Как выбирают видимость двора и садков ставных неводов?
5. Как выбирают видимость подъемных дорог и лотков ставных неводов?