Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 77, № 3. С. 218–226.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья
УДК 639.2.081 DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-77-20 EDN: WGUNVU

Обоснование расчетного элемента сетной части разноглубинного трала

Леонид Михайлович Симкин
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия
simkinleonid@mail.ru

Аннотация. Формирование каждой части трала происходило на основе исследования конструкции в процессе буксировки. Цель данной статьи заключается в анализе и определении основного элемента конструирования сетной части разноглубинного трала.

Проектирование сетных частей тралов опиралось на предложенные методики, материалы исследований тралов на промысле в процессе буксировки, научные достижения и личный опыте российских ученых [1, 2, 3, 4, 5]. В результате проведенного в статье анализа предложен элемент конструкции сетной части трала, характеристики которого могут служить базой при проектировании всей конструкции сетной части разноглубинного трала.

Ключевые слова: сетная оболочка разноглубинного трала, однородная сетная пластина, неоднородная сетная пластина, сетная часть разноглубинного трала

Для цитирования: Симкин Л. М. Обоснование расчетного элемента сетной части разноглубинного трала // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 77, № 3. С. 218–226.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 77, no. 3. P. 218–226.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Justification of the design element of the mesh part of a multi depth trawl

Leonid M. Simkin
Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“VNIRO”), Moscow, Russia
simkinleonid@mail.ru

Abstract. Each part of the trawl was formed based on a structural analysis conducted during the towing process. The aim of this article is to analyze and identify the key element in the design of the net part of a multi depth trawl.

The design of the net parts of the trawls was based on the proposed methodologies, materials from studies of trawls in the field during towing, scientific achievements, and the personal experience of Russian scientists.[1, 2, 3, 4, 5] As a result of the analysis presented in the article, a structural element of the net part of the trawl is proposed; its characteristics can serve as a basis for designing the entire structure of the net part of a variable depth trawl.

Keywords: netting of a multi depth trawl, uniform netting plate, non uniform netting plate, net part of a multi depth trawl

© Симкин Л. М., 2026

For citation: Simkin L. M. Justification of the design element of the mesh part of a multi depth trawl. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 77(3):218–226. (In Russ.).

Введение

Современный разноглубинный трал состоит из канатных и сетных частей, собранных из однородных канатных и сетных пластин. Для его изготовления используются высокотехнологичные сетематериалы, которые обеспечивают заданные проектантом экономические и экологические параметры [6].

С расширением ассортимента сетного полотна для изготовления сетных оболочек разноглубинных тралов вырос перечень конструктивных параметров и характеристик сетематериалов, улучшающих экономические и селективные показатели тралов [7]. Однако в литературе принципы и методики изменения того или иного конструктивного параметра по длине конструкции трала или отдельного его участка освещены недостаточно. Получение и анализ информации о характере изменения величины конструктивного параметра трала или нескольких тралов сокращают время на проектирование.

Цель работы – выбор элемента при проектировании сетной оболочки разноглубинного трала, чьи конструктивные параметры должны стать основой для расчета и конструктивных параметров всего трала.

Объекты и методы исследований

Конструкции современных разноглубинных тралов вобрали в себя столетний опыт работы ученых, научно-исследовательских и учебных организаций, которые собирали, анализировали и обрабатывали полученные материалы. Результатом явилось развитие разноглубинных тралов от небольших экспериментальных до современных крупногабаритных, высокотехнологичных конструкций (рис. 1).

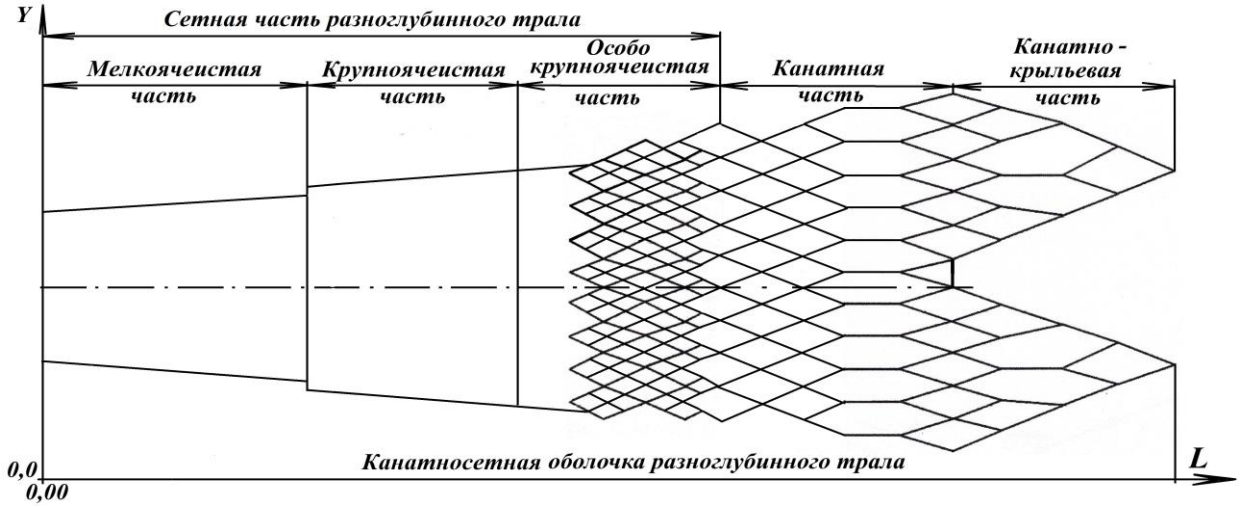


Рис. 1. Схема канатно-сетной оболочки современного разноглубинного трала. Составлена автором

Fig. 1. Diagram of the netting envelope of a modern multi-depth trawl. Compiled by the author

На начальном этапе решение проблемы конструирования осуществлялось простой прорисовкой конструкции на базе имевшегося опыта. Первая обоснованная методика проектирования трала, которая учитывала поведение рыбы и технические возможности судна, была предложена А. Л. Фридманом в 1966 г. [2].

После многолетних исследований, изучения собранных материалов и личного опыта В. К. Коротков положил в основу проектирования канатно-сетной оболочки разноглубинного трала оборонительную реакцию промысловых рыб. Полученные данные в процессе исследо-

вания реакции рыбы на канатно-сетную оболочку становились базой для обоснования размеров расчётного конуса для канатно-сетной оболочки будущей конструкции трала и каждой отдельной однородной сетной пластины [3].

Используя материалы, полученные при исследовании реакции объектов лова на конструктивные параметры тралов, М. М. Розенштейн разработал эмпирические уравнения определения конструктивных параметров. Эти уравнения стали базовыми для создания компьютерной программы построения канатно-сетного конуса трала и определения характеристик каждой канатной или сетной однородной пластины [4].

За годы исследований появилось достаточно материалов, позволяющих прогнозировать размеры и поведение косяков рыб. На этой основе В. И. Габрюк предложил методику расчета канатно-сетной оболочки разноглубинных тралов с учетом реакции рыбы на конструктивные параметры трала [5].

Этапы проектирования разноглубинного трала

За годы эксплуатации разноглубинных тралов определились основные этапы формирования новой конструкции сетной оболочки сетной части.

Этап первый. Обоснование размеров устья трала в зависимости от объекта лова и возможностей траулера (рис. 2).

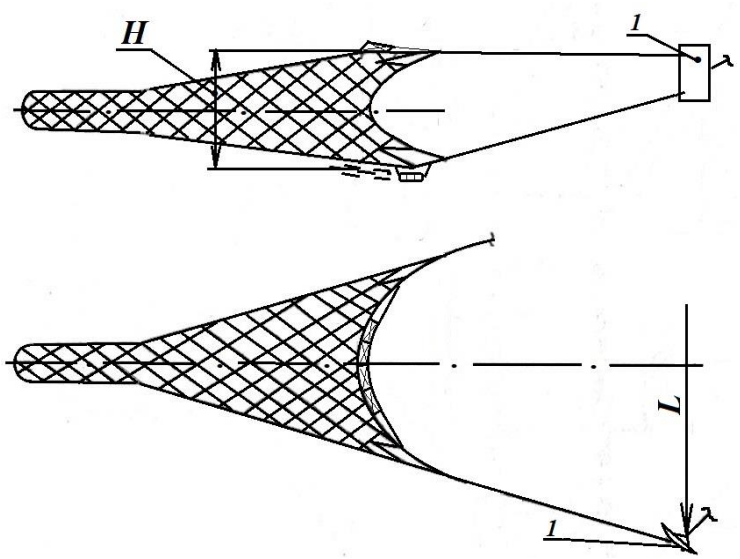


Рис. 2. Основные размеры трала, определяемые на первом этапе:
L – расстояние между траловыми досками; H – расстояние между верхней и нижней подборой в устье трала, 1 – траловые доски. Составлено автором
Fig. 2. The main dimensions of the trawl, determined at the first stage:
L – the distance between the trawl boards; H – the distance between the upper and lower lids at the mouth of the trawl, 1 – trawl boards. Compiled by the author

Этап второй. Обоснование размеров сетной оболочки трала в зависимости от реакции объекта лова на угол атаки сетного полотна (рис. 3).

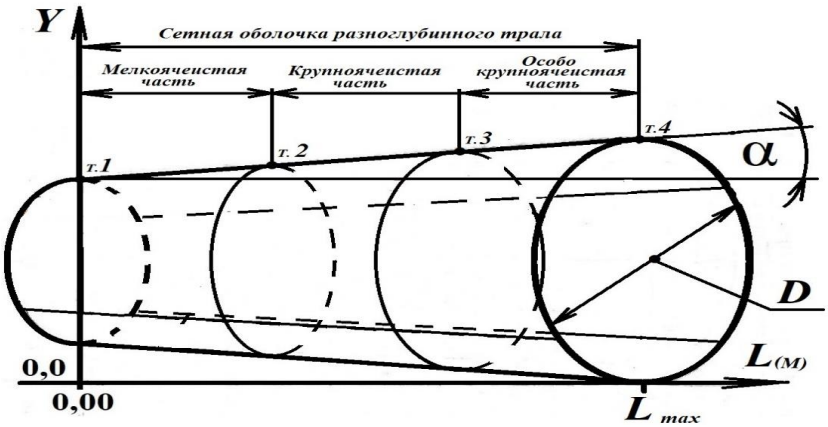


Рис. 3. Схема сетной оболочки трала с задаваемыми параметрами сетного конуса с учетом реакции объекта лова: D – диаметр устья входа в сетную часть; L_{max} – максимально возможная длина сетной оболочки; α – угол между вектором движения рыбы и осью трала. Составлена автором

Fig. 3. Diagram of the netting envelope of the trawl with the specified parameters of the net cone, taking into account the response of the target species: D – the diameter of the entrance to the mesh part; L_{max} – the maximum possible length of the trawl netting; α – the angle between the fish's movement vector and the trawl axis. Compiled by the author

Этап третий. Расчет количества неоднородных сетных пластин в зависимости от традиций, принятых на фабрике, и желания заказчика (рис. 4).

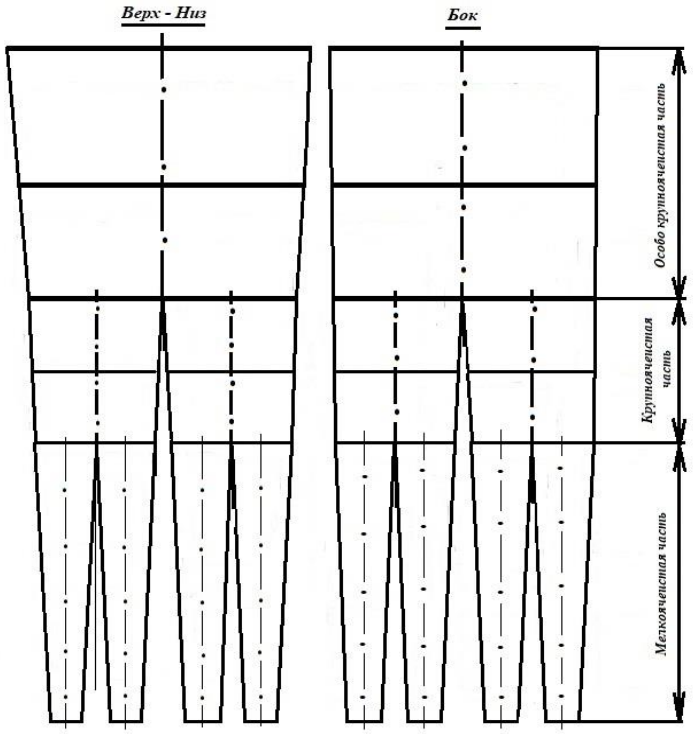


Рис. 4. Пример одного из возможного определения количества «неоднородных сетных пластин»[1] для сетной оболочки с учетом традиции и функциональных частей трала [8]. Составлено автором

Fig. 4. An example of one possible method for determining the number of "non-uniform mesh plates" for the trawl netting, taking into account tradition and the functional parts of the trawl [8]. Compiled by the author

[1] Для более детального анализа автор вводит понятие «неоднородная сетная пластина». Под неоднородной сетной пластиной понимается плоский элемент сетного полотна, состоящий исключительно из однородных сетных по заранее определенному порядку, позволяющий проведение анализа и расчета любой конструкции сетной части разноглубинного трала.

Этап четвёртый. Выбор характеристик неоднородной сетной пластины сетной оболочки разноглубинного трала (рис. 5) [9].

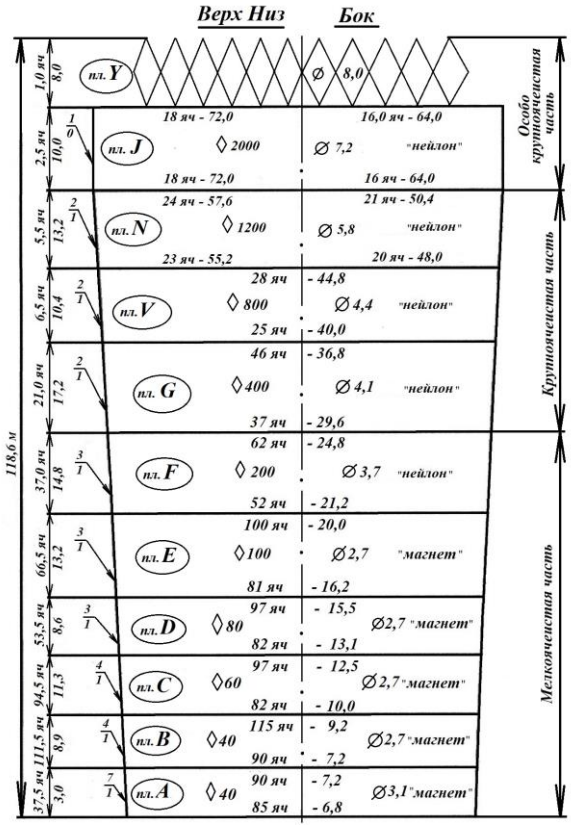


Рис. 5. Неоднородная сетная пластина проекта AS 11.01.012.000 к канатному разноглубинному тралу «Sirius Shelf». Составлено автором

Fig. 5. Heterogeneous mesh plate of project AS 11.01.012.000 for the “Sirius Shelf” multi-depth trawl. Compiled by the author

Этап пятый. Обоснование конструктивных параметров «однородных сетных пластин»[2] A; B; C; D…J; Y (рис. 5) в зависимости от их местоположения в неоднородной сетной пластине.

Однородная сетная пластина является базовым компонентом получения обоснованных конструктивных параметров, характеризующих неоднородную пластину.

Важнейшая задача проектирования сетной оболочки трала – это обоснование конструктивных параметров каждой однородной сетной пластины в конструкции неоднородных пластин, из которых собирается сетная оболочка разноглубинного трала.

Конструктивные параметры однородных сетных пластин формируют характеристики сетной оболочки трала, которые обеспечивают выполнение экономических и экологических задач проектируемой конструкции, т.е. рентабельный лов рыбы. В зависимости от задачи и тяговых возможностей судна сетная часть разноглубинного трала состоит из двух или трех сетных частей (рис. 6, 7, 8) [7]:

– мелкоячеистой части (рис. 6),

– крупноячеистой части (рис. 7),

– особо крупноячеистой части (рис. 8).

[2] Для более детального анализа автор вводит понятие «однородная сетная пластина». Под однородной сетной пластиной понимается плоский элемент сетного полотна, изготовленных из сетного полотна согласно конструктивном параметрам, указанным на чертеже и технической документации. Согласно РД 15-140-90 С.65 определена как ПЛАСТИНА[10].

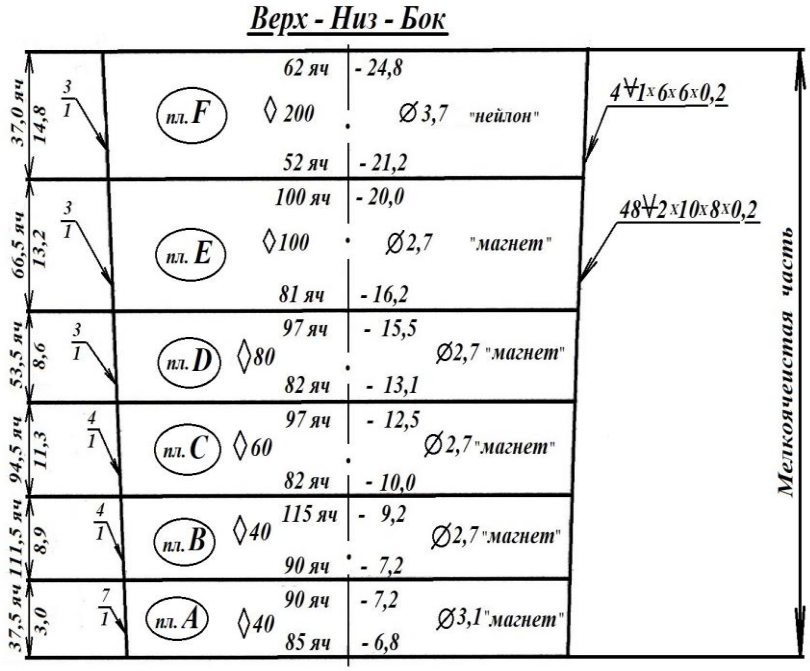


Рис. 6. Мелкоячеистая часть проекта AS 11.01.012.000 к канатному разноглубинному тралу «Sirius Shelf». Составлено автором

Fig. 6. Finemesh part of project AS 11.01.012.000 for the «Sirius Shelf» multi-depth trawl. Compiled by the author

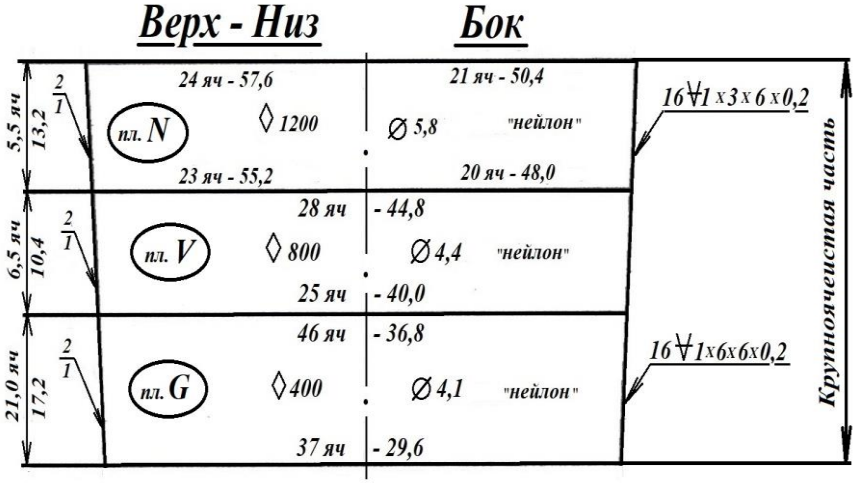


Рис. 7. Крупноячеистая часть проекта AS 11.01.012.000 к канатному разноглубинному тралу «Sirius Shelf». Составлено автором

Fig. 7. Coarse-mesh part of project AS 11.01.012.000 to the «Sirius Shelf» multi-depth trawl. Compiled by the author

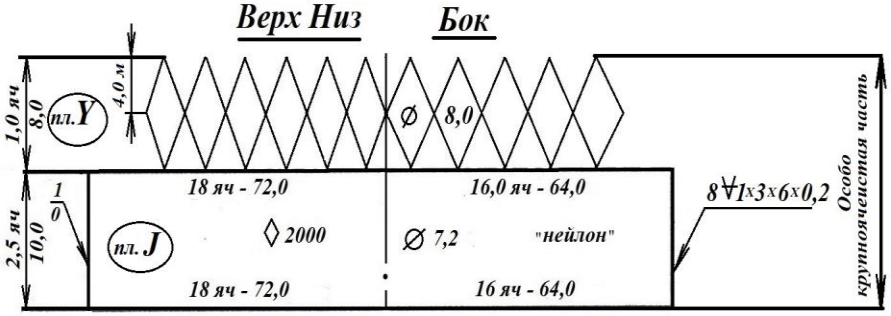


Рис. 8. Особо крупноячеистая часть проекта AS 11.01.012.000 к канатному разноглубинному тралу «Sirius Shelf». Составлено автором

Fig. 8. The particularly coarse-mesh part of project AS 11.01.012.000 for the “Sirius Shelf” multi-depth trawl. Compiled by the author

Каждая из частей неоднородной сетной пластины сетной оболочки трала выполняет свою задачу (см. рис. 5).

С появлением возможности визуализации тралов на плоскости их однородные сетные пластины являлись источником получения информации о конструктивных параметрах данного трала в процессе буксировки (рис. 9, 10)[3].

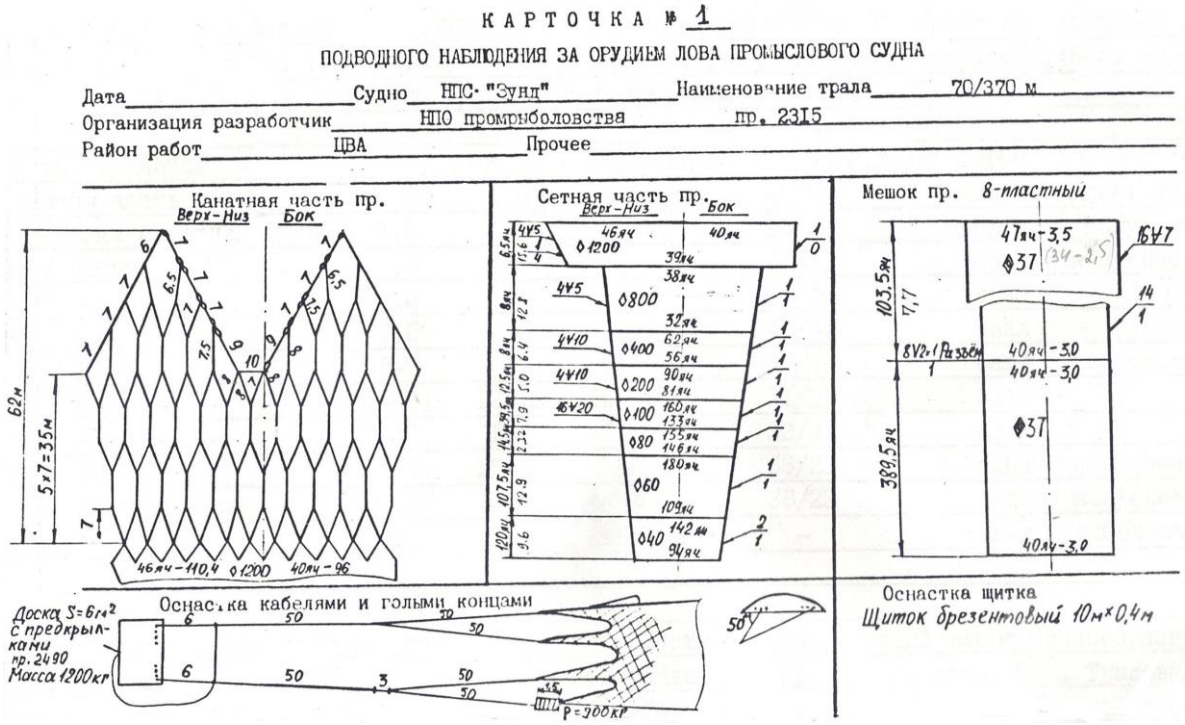
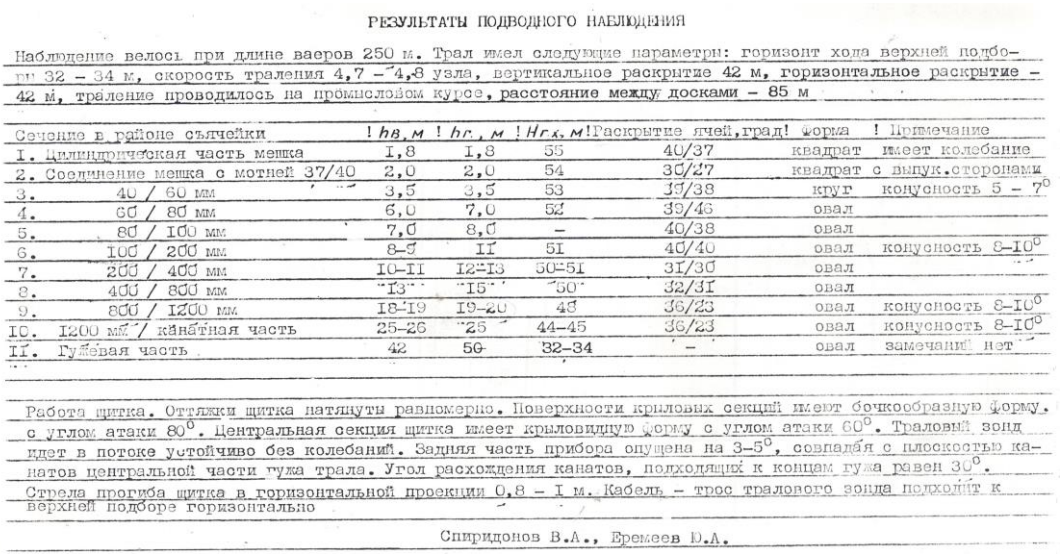


Рис. 9. Карточка осмотра и замеров в процессе буксировки трала 70/370 пр. 2315, сетная часть собрана из четырех неоднородных сетных пластин, лист первый

Fig. 9. Inspection and measurement card for the towing of trawl 70/370 pr. 2315, the mesh part is assembled from four non-uniform mesh plates, sheet one



РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДВОДНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Наблюдение велось при длине вееров 250 м. Трал имел следующие параметры: горизонт хода верхней подборы 32 – 34 м, скорость тралення 4,7 – 4,8 узла, вертикальное раскрытие 42 м, горизонтальное раскрытие – 42 м, траление проводилось на промысловом курсе, расстояние между досками – 85 м

Сечение в районе съячейки	hв, м	hг, м	Нг.к, м	Раскрытие ячей, град	Форма	Примечание
1. Цилиндрическая часть мешка	1,8	1,8	55	40/37	квадрат	имеет колебание
2. Соединение мешка с мотней 37/40	2,0	2,0	54	36/27	квадрат с выпук.сторонами	
3. 40 / 60 мм	3,5	3,5	53	39/38	круг	конусность 5 – 7°
4. 60 / 80 мм	6,0	7,0	52	39/46	овал	
5. 80 / 100 мм	7,0	8,0	–	40/38	овал	
6. 100 / 200 мм	8-9	11	51	40/40	овал	конусность 8–10°
7. 200 / 400 мм	10-11	12-13	50-51	31/30	овал	
8. 400 / 800 мм	"13"	"15"	"50"	32/31	овал	
9. 800 / 1200 мм	18-19	19-20	46	36/23	овал	конусность 8–10°
10. 1200 мм / канатная часть	25-26	"25"	44-45	36/23	овал	конусность 8–10°
11. Гуйевая часть	42	50	32-34	–	овал	замечаний нет

Работа щитка. Оттяжки щитка натянуты равномерно. Поверхности крыловых секций имеют бочкообразную форму, с углом атаки 80°. Центральная секция щитка имеет крыловидную форму с углом атаки 60°. Траловый зонд идет в потоке устойчиво без колебаний. Задняя часть прибора опущена на 3–5°, совпадая с плоскостью канатов центральной части гужа трала. Угол расхождения канатов, подходящих к концам гужа равен 30°. Стрела прогиба щитка в горизонтальной проекции 0,8 – 1 м. Кабель – трос тралового зонда подходит к верхней подборе горизонтально

Спиридонов В.А., Еремеев Ю.А.

Рис. 10. Карточка осмотра и замеров в процессе буксировки трала 70/370 пр. 2315, сетная часть собрана из восьми неоднородных сетных пластин, лист второй

Fig. 10. Inspection and measurement card for the towing of trawl 70/370 pr. 2315, the mesh part is assembled from eight heterogeneous mesh plates, sheet two.

[3] Карточки рис. 9 и 10 осмотра конструкций тралов из личного архива автора, в период его работы на НПС-Зунд.

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что

– неоднородная сетная пластина является основным элементом конструкции сетной части трала;

– конструктивные параметры неоднородных сетных пластин в сетной оболочке любого трала идентичны;

– проектирование любой конструкции сетной части разноглубинного трала основывается на обосновании конструктивных параметров одной из неоднородных сетных пластин, а другие неоднородные пластины являются ее аналогом.

Следствие первое: для анализа любой конструкции сетной оболочки трала достаточно исследовать одну из неоднородных сетных пластин сетной части трала.

Следствие второе: достаточно спроектировать одну неоднородную сетную пластину, которая будет прототипом для других неоднородных сетных пластин новой конструкции сетной части трала.

Список источников

1. Баранов Ф. И. Избранные труды Т.1. Техника промышленного рыболовства. М. : Пищевая промышленность, 1969. 719 с.

2. Фридман А. Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1969. 568 с.

3. Коротков В. К. Реакция рыб на трал, технология их лова : монография. Калининград : ЭКБ АО «МАРИНПО», 1998. 397 с.

4. Розенштейн М. М. Проектирование орудий рыболовства : учеб. пособие. М. : Колос, 2009. 400 с.

5. Габрюк В. И. Проектирование и моделирование орудий океанического рыболовства. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2016. 378 с.

6. Симкин Л. М. Анализ конструктивных параметров тралирующих орудий лова// Рыбохозяйственный комплекс России. 300 лет российской академической науке : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. 27–28 марта 2024. М. : Изд-во ВНИРО, 2024. С. 307–312.

7. Симкин Л. М. Краткий обзор развития конструкций разноглубинного трала // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы IX Междунар. науч.-техн. конф. 21–22 мая 2026 г. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2026. Т. 1. С. 255–263.

8. Каталог ЗАО «Аквасервис». Клайпеда, 2024. 36 с.

9. Инструкция по эксплуатации трала «Sirius Shelf» пр. AS 11.012.000 ЗАО «Аквасервис». Клайпеда. 15 с.

10. РД 15-140-90. Основные требования к конструкторской документации орудий рыболовства. Руководящий документ по стандартизации. 1991.

Сведения об авторе

Л. М. Симкин – соискатель, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), директор рыболовной компании.

.

Information about the author

L. M. Simkin – Academic degree applicant, Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (“VNIRO”); the director of a fishing company.

Статья поступила в редакцию 15.09.2026; одобрена после рецензирования 22.09.2026; принята к публикации 22.09.2026.

The article was submitted 15.09.2026; approved after reviewing 22.09.2026; accepted for publication 22.09.2026.

© Симкин Л. М., 2026.

«Обоснование расчетного элемента сетной части разноглубинного трала» [Симкин Л. М.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).