

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСИЛИЯ ВЫБОРКИ ТРАЛОВЫХ МЕШКОВ НА ПРОМЫСЛОВОМ СУДНЕ ПОСРЕДСТВОМ МАКЕТНОЙ УСТАНОВКИ

© 2025 г. Н.А. Скуратов<sup>1</sup> (spin 9507-5717), А.В. Суконнов<sup>2</sup>

1 – Атлантический филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»  
(АтлантНИРО), Россия, Калининград, 236022

2 – Калининградский государственный технический университет  
(КГТУ), Россия, Калининград, 236000  
E-mail: skuratov@atlant.vniro.ru

Поступила в редакцию 24.09.2025 г.

Работа посвящена изучению физического процесса подъёма уловов на траулерах кормового траления слиповым методом. Проведённые ранее работы на макетной экспериментальной установке позволили получить зависимость усилия возникающего в вытяжном конце вытяжной лебёдки от различных факторов характеризующих судовые конструкции и промысловую схему. Для определения поправочного коэффициента, необходимого при использовании полученной зависимости при проектировании натуральных промысловых схем и выборе промысловых комплексов, потребовалось проведение экспериментальных работ в морских условиях. После проведения данных исследований и получения натуральных значений использовали алгоритм расчёта усилия выборки по зависимости для судна, на котором проводились замеры. Результаты сравнили и определили поправочный коэффициент.

Исследование выполнено в ФГБОУ ВО «КГТУ» в рамках выполнения государственного задания Росрыболовства по теме «Разработка беспроводной системы контроля параметров трала с элементами искусственного интеллекта «Автотрал».

*Ключевые слова:* улов, слип, модель, эксперимент, факторы.

### ВВЕДЕНИЕ

Отечественные суда тралового лова выбирают улов слиповым методом. На практике отмечено, что во время подъёма траловых мешков с уловом на палубу судна возникают высокие (пиковые) нагрузки, нередко превышающие тяговые возможности промысловых механизмов. Это приводит к аварийным ситуациям и как следствие к травмам экипажа, временным затратам, повреждениям орудий лова и промысловых механизмов, потере улова и снижению его качества (Суконнов и др., 2018; Скуратов, Суконнов, 2019; Скуратов и др., 2019).

На данный момент существующие научные исследования по данной проблеме не позволяют решить вопрос определения и

оценки усилий, возникающих в вытяжных концах промысловых лебёдок при выборке улова, а также определить рациональное сочетание факторов, характеризующих систему «Судно-промысловая машина-трал», обеспечивающих снижение вышеуказанного усилия.

Учитывая вышеизложенные обстоятельства, была поставлена цель: разработать методологию, которая позволит оценить влияние параметров траловой системы на усилие выборки на макетной установке, выполненной в масштабе с имитацией процесса выборки траловых мешков с учётом реальных условий эксплуатации системы «Судно-трал-промысловая машина». Это в свою очередь позволит охватить значительное количество

судов и установить закономерности изменения тягового усилия в вытяжном конце при подъёме траловых мешков по слипу от факторов реальных условий эксплуатации данной системы.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

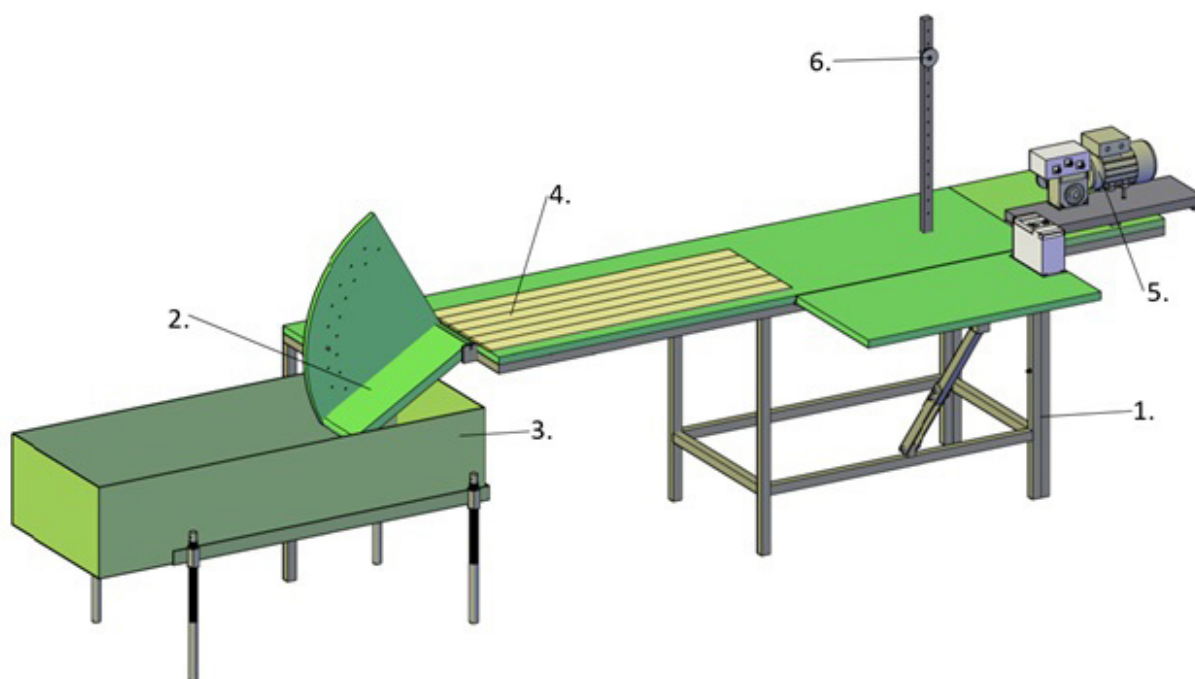
Серия экспериментальных работ (Долин, 1996), выполненных на действующем макете промысловой палубы (рис. 1.), изготовленном в масштабе 1:25 к базовому варианту промыслового судна РТМК-С типа «Моонзунд», с покрытиями палубы и слипового настила выполненными из материалов аналогичных материалам промыслового судна, позволила установить закономерности влияния факторов характеризующих траловую систему на усилие выборки), определить его численное значение (Скуратов и др., 2020а, 2020б; Скуратов и др. 2021; Скуратов и др., 2022), а также получить зависимость усилия выборки мешков с уловом по слипу прямой формы от

загрузки мешка, угла наклона слипа и угла выхода вытяжного конца (1) (далее – Зависимость) (Скуратов, Львова, 2022).

$$T = 19,85 + 4,59x_1 + 2,09x_2 - 1,63x_3 + 0,42x_1x_2 - 0,79x_1x_3 - 0,01x_2x_3 + 0,15x_1x_2x_3 \quad (1)$$

где  $T$  – усилие выборки тралового мешка,  $H$ ;  $x_1, x_2, x_3$  – значения заполнения мешка, угла наклона слипа и выхода вытяжного конца соответственно, записанные в кодированном виде (кодированные значение факторов ( $x_1, x_2, x_3$ ) изменяются от -1 до +1, что соответствует минимуму и максимуму).

С помощью математических преобразований (Наумов, 2014), а именно формул пересчёта с учётом масштабных коэффициентов и характеристик траловой системы по полученной зависимости можно рассчитать усилие выборки траловых мешков с уловом для натуральных траловых систем. Общий алгоритм расчёта следующий (рис. 2):



**Рис. 1.** Действующая экспериментальная установка : каркас (1), слиповое устройство (2), ванна с водой (3), настил промысловой палубы (4), вытяжная электрическая лебедка (5), стойка с направляющим блоком (6).

1) Рассчитать масштабные коэффициенты для конкретного промыслового судна: линейный, угловой, силовой.  $C_p, C_R, C_m, C_a$ .

2) Определить численные значения факторов характеризующих натурную систему «Судно-промысловая машина-трал», а именно вес улова  $P$  (Н), угол наклона слипа  $\alpha^\circ$ , угол выхода вытяжного конца  $\beta^\circ$ .

С помощью формулы пересчёта с учётом масштабных коэффициентов провести кодирование вышеуказанных факторов:

$$x_i = \frac{x_i^* C_i - x_{i0}^*}{\Delta x_i^*}.$$

По модельной зависимости провести расчёт численного значения усилия выборки для натурной траловой системы от факторов:  $P, \alpha^\circ, \beta^\circ$ .

С целью апробации полученных результатов применительно к натурным (морским) условиям и дальнейшего практического применения данных зависимостей, для натурных траловых систем, была проведена проверка их

в морских условиях на научно-исследовательском судне СТМ «Атлантида» Атлантического филиала ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО» (Скуратов и др. 2024а, 2024б).

Для проведения подобного типа испытаний, была подготовлена методика и программа проведения морских испытаний.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам морских промысловых испытаний были получены динамограммы изменения усилия выборки тралового мешка с уловом, весом в одну тонну при движении по слипу с прямой формой поверхности, а также определено численное значение усилия выборки в районе слиповой канавки, которое составляет 10,17 кН.

Выполнив расчёт по зависимости, полученной для прямого слипа согласно представленному алгоритму, определили, что усилие выборки тралового мешка весом в одну тонну для реальных условий составит:

$$T_n = 12,11 \text{ кН.}$$

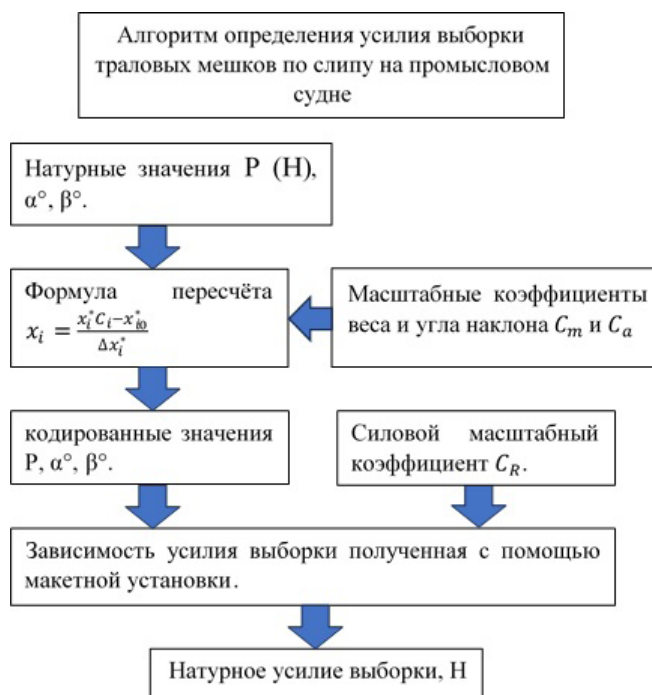
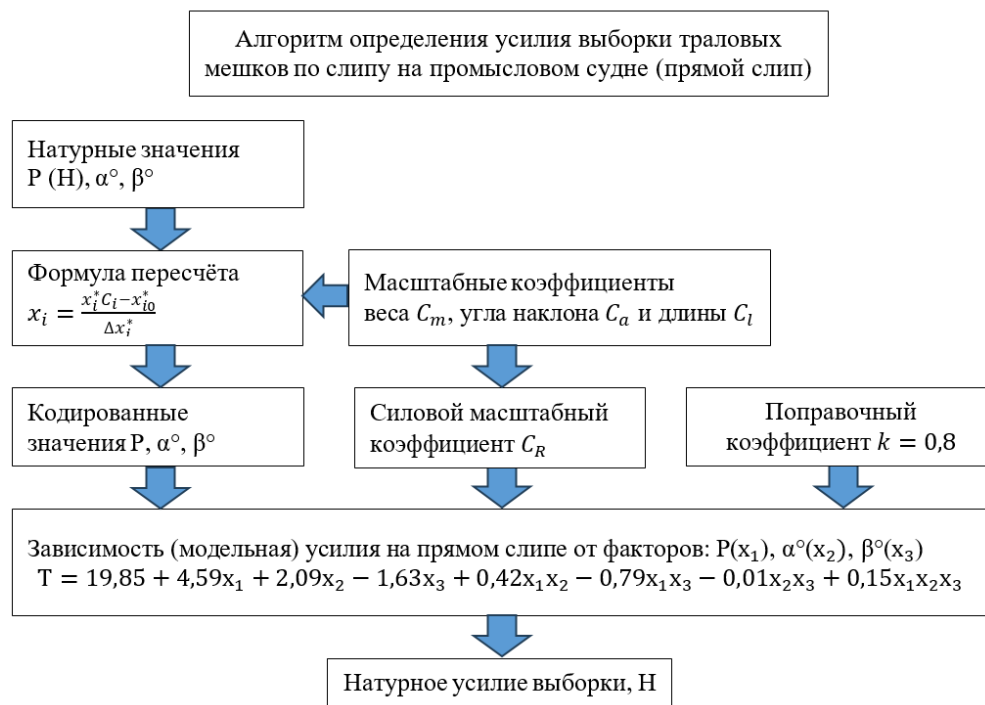


Рис. 2. Алгоритм определения усилия выборки траловых мешков по слипу на промысловом судне.



**Рис. 3.** Алгоритм определения усилия выборки траловых мешков на промысловом судне по слипам с прямой формой поверхности.

Таким образом, величина усилия выборки траловых мешков, полученная расчётным путём по зависимости, выше на 19,5% по сравнению с натурной величиной. То есть при оценке усилия для натуральных траловых систем с помощью расчётной зависимости, полученной на макете, необходимо вводить поправочный коэффициент 0,8.

Данное обстоятельство обусловлено объектом находящимся в траловом мешке натурального судна и отсутствующим в макетном, который за счёт выделения слизи и других физиологических жидкостей, выступающих в качестве смазки снижает коэффициент трения.

Уточнённый алгоритм расчёта усилия выборки с учётом полученного поправочного коэффициента при подъёме мешков по слипам с прямой формой поверхности представлен на рисунке 3.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные промысловые испытания подтверждают достоверность проведённых

исследований и зависимости, полученной на моделях, что говорит о достаточном описании физической сущности процесса выборки мешков с уловом по слипам судов и возможности применения предложенного метода для оценки усилий в процессе выборки траловых мешков с уловом слиповым методом на эксплуатируемых судах.

В то же время выполненная работа является базовым вариантом для разработки предпосылок выбора сочетания факторов, влияющих на усилие в вытяжном конце и снижения пиковых нагрузок, которые позволят обеспечить безопасность выполнения промысловых операций, снижение энергозатрат, повысит долговечность как отдельных механизмов, так и промысловых комплексов, а также снизит повреждаемость вылавливаемых объектов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Долин Г.М. Планирование экспериментов в промышленном рыболовстве: учеб. пособие. Калининград: КГТУ, 1996. 119 с.

Наумов В.А. Прикладная математика: учеб. пособие по решению проф. задач в среде MathCad. Калининград: КГТУ, 2014. 144 с.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В. Экспериментальное исследование процесса подъёма траловых мешков с уловом по слипу судна // Известия КГТУ. 2019. № 54. С. 187–195.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В., Суконнова Т.Е. Экспериментальные исследования по оценке влияния скорости подъёма траловых мешков с уловом по различным формам слипов судов на усилие в вытяжном конце промысловой лебёдки // Известия КГТУ. 2020. №57. С. 67–76.

Скуратов Н.А., Львова Е.Е., Суконнов А.В., Суконнова Т.Е. Исследование процесса подъёма траловых мешков по слипам судов на модельной установке // Морские интеллектуальные технологии. 2022. № 4. Ч. 1. С. 26–32.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В., Суконнова Т.Е., Львова Е.Е. Морские испытания по проверке результатов макетных исследований по определению усилия выборки траловых мешков по слипам судов // Научные труды Дальрыбвтуза, 2024. Т. 69. № 3. С. 196–206.

Суконнов А.В., Скуратов Н.А. Экспериментальное определение зависимости тягового усилия выборки трала с уловом на палубу судна от параметров системы судно – трал на модели промысловой палубы судов типа РТМ-С // Известия КГТУ. 2018. № 48. С. 39–46.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В., Чеусов Н.А. Оценка способов подъёма уловов на палубу судна для различных промысловых схем тралового лова // Сб. материалов X национальной (Всероссийской) научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. С. 100–103.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В., Суконнова Т.Е., Быков А.А. Экспериментальное определение зависимости усилия подъёма траловых мешков с уловом от тягово-скоростных параметров промысловой лебёдки // Матер. VIII Междунар. Балтийского морского форума 5–10

октября 2020 года (Электронный ресурс): в 6 томах. Т. 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», VIII Междунар. науч. конф. Электрон. дан. Калининград: БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. С. 277–282.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В., Суконнова Т.Е. Теоретическая подготовка и обоснование экспериментальных работ по определению зависимости усилия подъёма траловых мешков с уловом // Матер. IX Междунар. Балт. морского форума 4–9 октября 2021 года (Электронный ресурс): в 6 томах. Т. 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», IX Междунар. науч. конф. Эл. дан. Калининград: БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. С. 404–408.

Скуратов Н.А., Суконнов А.В., Суконнова Т.Е., Львова Е.Е. Сравнение результатов испытаний по определению усилия выборки траловых мешков по слипам судов с данными натурных замеров // материалы XII Междунар. Балт. морского форума 30 сентября – 4 октября 2024 года (Электронный ресурс): в 6 томах. Т. 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», XII Национ. науч. конф. с междунар. участ. Эл. дан. Калининград: БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. С. 271–275.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY RESEARCH

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFORT  
OF HAULING TRAWL BAGS ON A FISHING  
VESSEL USING A MODEL INSTALLATION**

© 2025 y. N.A. Skuratov<sup>1</sup>, A.V. Sukonnov<sup>2</sup>

*1 – Atlantic branch of the State Scientific Center of the «VNIRO»,  
Russia, Kaliningrad, 236022*

*2 – Kaliningrad State Technical University,  
Russia, Kaliningrad, 236000*

This work is devoted to studying the physical process of lifting catches on stern trawling trawlers using the slipway method. Previous work on a mock-up experimental setup allowed us to determine the dependence of the force generated at the haul end of the haul winch on various factors characterizing the vessel's structure and fishing system. To determine the correction factor required for using the obtained dependence in the design of full-scale fishing systems and the selection of fishing complexes, experimental work was required in marine conditions. After conducting these studies and obtaining full-scale values, an algorithm was used to calculate the haul force based on the dependence for the vessel on which the measurements were conducted. The results were compared, and a correction factor was determined.

*Keywords:* catch, slipway, model, experiment, factors.