

Научная статья
УДК 639.2.061(06)
DOI 10.46845/1997-3071-2022-66-11-18

Оценка работоспособности промысловых схем

Артем Юрьевич Бабинцев¹, Анатолий Владимирович Суконнов²

^{1,2} Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹babintsev.artem.1996@mail.ru

Аннотация. Рыболовные суда для механизации промысловых операций тралового лова имеют большое разнообразие промысловых схем и комплексов. Проектирование существующих схем проводится по прототипам, что служит причиной низкого уровня механизации рыбопромысловых операций, не превышающего 40 %. В свою очередь, значительная доля ручного труда приводит к увеличению непроизводительных затрат времени и, как следствие, неэффективности использования судов в промышленном рыболовстве. Как показывает практика, увеличение результативности работы судов возможно за счет повышения уровня механизации операций. С целью разработки методов проектирования и совершенствования промысловых схем была выполнена оценка эффективности уже существующих схем, где в качестве основополагающего критерия принят коэффициент механизации. Выбранный критерий представляет собой соотношение количества операций, осуществляемых механизированным путем, и общего количества промысловых операций, выполняемых при работе тралом. Одним из методов такой оценки является составление морфологических карт. Для проведения исследования выполнен обзор и анализ промысловых схем и комплексов для 22 рыболовных судов тралового лова, охватывающий траулеры с мощностью от 141 до 5148,6 кВт. После оценки эффективности этих судов были получены зависимости коэффициента механизации от мощности силовой установки и мощности промыслового оборудования, затрачиваемой на выполнение операций. Полученные зависимости позволяют оценить влияние мощностных показателей энергетических установок и оборудования на коэффициент механизации, что может послужить основой разработки методов проектирования промысловых схем для строящихся траулеров, а также совершенствования промысловых схем траулеров, применяющихся в эксплуатации.

Ключевые слова: траловый комплекс, промысловая операция, промысловая схема, механизация, коэффициент

Для цитирования: Бабинцев А. Ю., Суконнов А. В. Оценка работоспособности промысловых схем // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 11–18.

Original article

Performance evaluation of fishing schemes

Artem Yu. Babintsev¹, Anatoliy V. Sukonnov²

^{1, 2} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹babintsev.artem.1996@mail.ru

Abstract. Fishing vessels for mechanization of trawl fishing operations have a wide variety of fishing schemes and complexes. Design of the existing schemes is carried out according to prototypes, which is the reason for the low level of mechanization of fishing operations, which does not exceed 40 %. In turn, a significant proportion of manual labor leads to an increase in unproductive time and, as a result, inefficient use of vessels in commercial fishing. As practice shows, an increase in the effectiveness of the work of courts is possible by increasing the level of mechanization of operations. In order to develop design methods and improve field schemes, an assessment of the effectiveness of the existing schemes has been carried out, where the mechanization coefficient is taken as a fundamental criterion. The selected criterion is the ratio of the number of operations carried out by mechanized means to the total number of fishing operations performed by the trawl. One of the methods for such an assessment is compilation of morphological maps. For the present study, a review and analysis of the fishing schemes and complexes for 22 trawl fishing vessels, covering trawlers with a power of 141 kW to 5148.6 kW has been carried out. After evaluating the effectiveness of these vessels, the dependences of the mechanization coefficient on the power of the power plant and the power of the fishing equipment spent on operations have been obtained. The dependencies obtained allow us to evaluate the influence of the power indicators of power plants and equipment on the mechanization coefficient, which can serve as the basis for the development of methods for designing fishing schemes for trawlers under construction, as well as improving the fishing schemes of trawlers used in operation.

Keywords: trawl complex, fishing operation, fishing scheme, mechanization, coefficient

For citation: Babintsev A. Yu., Sukonnov A. V. Performance evaluation of fishing schemes. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2022;(66):11–18.(in Russ.).

ВЕДЕНИЕ

На рыболовных траулерах все операции по спуску и подъему трала ведутся с помощью комплексов промыслового оборудования, установленных на них. Промысловые комплексы, обеспечивающие технику ведения рыболовного хозяйства, образуют рыбопромысловые схемы. От совершенства этих схем зависит продолжительность и трудоемкость выполнения промысловых операций.

На современном рыболовном флоте преимущественно применяются кормовые схемы траления [1]. Особенностью этих схем является тот факт, что поставка и выборка орудия лова осуществляются с кормы судна.

Промысловые операции тралового лова подразделяют на три группы. К первой относятся укладка трала в определенном порядке на рабочей палубе и подготовка его к выметке, выметка сетной части трала, травление кабелей, вклю-

чение траловых досок и травление ваеров до выхода трала на заданную глубину. Во вторую группу входит буксировка трала в заданном направлении с определенной скоростью. Третья группа включает в себя выборку канатно-сетной части при помощи лебедок [2].

Практика ведения тралового лова на рыболовных судах показывает низкий уровень механизации промысловых операций [3], который составляет 35–45 %.

Это, в свою очередь, связано с отсутствием методов совершенствования и проектирования высокомеханизированных промысловых комплексов и схем. До настоящего времени совершенствование промысловых схем ведется стихийным образом.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Как показывает практика, уровень механизации промысловых операций на траулерах не превышает 50 %. Это говорит о том, что большая часть рыбопромысловых операций, таких как присоединение грузов-углубителей и переходного конца к звену цепи траловой доски трехзвенки, отсоединение переходного конца от вытяжного и переходного – от звена цепи траловой доски трехзвенки, подключение стопорной цепи, подключение и отсоединение траловых досок и т. д., выполняется с применением ручного труда, что приводит к недоиспользованию производительных затрат времени на выполнение этих операций. В то же время снижается эффективность применения этих судов в промысловом варианте. Имеются различные технические решения, которые принимаются стихийным образом. Так, например, в некоторых схемах используют кабельно-сетные барабаны для выборки, выметки вытяжного конца, переходного конца, кабелей и голых концов трала. Однако такие решения выполняются необоснованно и, как правило, относятся к требованиям ведения техники лова.

Одним из способов разработки промысловых схем может служить метод морфологических карт. Он представляет собой последовательность выполнения рыбопромысловых операций с указанием рода осуществляемых работ и промысловых механизмов. Данная карта позволяет провести оценку эффективности и является одним из способов совершенствования промысловых схем, а также проектирования новых рыболовных траулеров. Кроме того, карта дает возможность определить основные направления совершенствования применяющихся промысловых схем.

На примере разбора операций промысловой схемы БМРТ пр. 1288, предназначенного для лова рыбы донным и разноглубинным тралами, можно убедиться в эффективности применения схем с кабельно-сетными барабанами (табл. 1, 2).

Таблица 1. Разбор операций постановки трала промысловой схемы БМРТ пр. 1288
Table 1. Analysis of trawl setting operations of the BMRT fishing scheme of pr. 1288

№ п/п	Наименование операции	Тип операции	Механизм
1	2	3	4
Постановка трала			
1	Спуск тралового мешка в воду	РМ	Турачка
2	Спуск канатно-сетной части	Самомет	
3	Травление голых концов	М	БСТ

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
4	Присоединение грузов-углубителей	Р	
5	Травление кабелей	М	БСТ
6	Присоединение лапок тр. доски	Р	
7	Травление переходного конца	М	БСТ
8	Отсоединение переходного конца от вытяжного	Р	
9	Присоединение переходного конца к звену цепи тр. доски трехзвенки	Р	
10	Выборка ваеров	М	Ваерная лебедка
11	Отсоединение стопорной цепи	Р	
12	Травление ваеров	М	Ваерная лебедка

Таблица 2. Разбор операций выборки трала промысловой схемы БМРТ пр. 1288
Table 2. Analysis of trawl hauling operations of the BMRT fishing scheme of pr. 1288

№ п/п	Наименование операции	Тип операции	Механизм
Выборка трала			
1	Выборка ваеров	М	Ваерная лебедка
2	Подключение стопорной цепи	Р	
3	Отсоединение переходного конца от звена трехзвенки	Р	
4	Присоединение переходного конца к вытяжному концу	Р	
5	Выборка вытяжного конца	М	Вытяжная лебедка
6	Отсоединение лапок тр. доски	Р	
7	Выборка голых концов и кабелей	М	Вытяжная лебедка
8	Отсоединение грузов-углубителей	Р	
9	Выборка кабелей, голых концов и частично крылья трала	М	Вытяжная лебедка
10	Выборка канатной части трала	М	БСТ
11	Выборка сетной части трала	М	БСТ

Для оценки эффективности и работоспособности промысловой схемы вводим критерий "коэффициент механизации".

Суммарный коэффициент механизации для процессов постановки и выборки трала определяем по следующей формуле:

$$K_o = \frac{n_{\text{пост.}}}{n_{\text{общ. пост.}}} + \frac{n_{\text{выб.}}}{n_{\text{общ. выб.}}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{пост}}$ — количество механизированных операций для постановки трала;

$n_{\text{общ. пост.}}$ — общее число операций для постановки трала;

$n_{\text{выб.}}$ — количество механизированных операций для выборки трала;

$n_{\text{общ. выб.}}$ — общее число операций для выборки трала.

$$K_o = \left(\frac{6}{13} + \frac{6}{11} \right) / 2 = 0,5.$$

Доля ручного труда выполняемых промысловых операций составляет 50 %.

С целью установления влияния параметров системы судно-трал на коэффициент механизации анализу были подвержены 22 схемы рыболовных судов кормового траления, а именно: промыслово-производственный рефрижератор (ППР), морозильный рыболовный траулер (РТМ), средний рыболовный траулер морозильный (СРТМ), большой морозильный рыболовный траулер (БМРТ), большой автономный траулер (БАТ), морозильный траулер-сейнер (ТСМ) [4, 5].

Диапазон мощностей рассматриваемых траулеров составил от 141 до 5148,6 кВт.

Для проведения дальнейшего исследования расчетным путем получены значения коэффициентов механизации в зависимости от мощностных параметров траулеров и промыслового оборудования (табл. 3).

Таблица 3. Входные данные выборки

Table 3. Sample input data

Наименование судна	Мощность двигателя судна, кВт	Мощность оборудования, кВт	Коэффициент механизации
РТМ пр. «Гропик»	985,6	301,0	0,43
БМРТ пр. «Иван Бочков»	3824,7	1078,0	0,44
БМРТ пр. 394АМ	1471	491	0,44
БАТ пр. 1386 «Горизонт»	5148,6	1253	0,5
БМРТ пр. 394	1471	192	0,43
БМРТ пр. 394А	1471	176	0,43

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что коэффициент механизации для различных рыболовных судов находится в диапазоне от 43 до 50 %.

Для оценки влияния мощностных характеристик рыболовных судов на коэффициент механизации был построен соответствующий график, представленный на рис. 1.

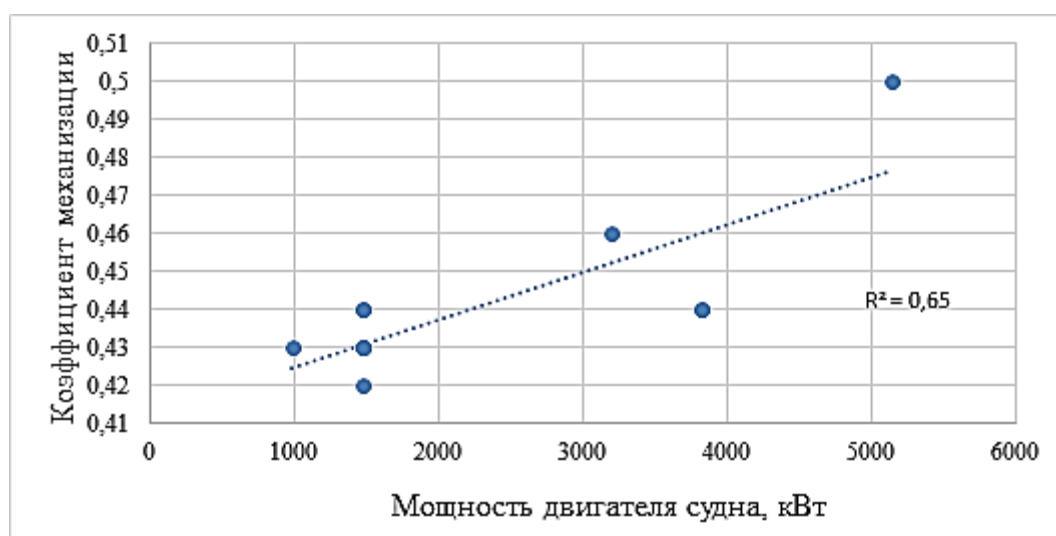


Рис. 1. Влияние мощностных характеристик траулеров на коэффициент механизации

Fig. 1. Influence of power characteristics of trawlers on mechanization coefficient

При помощи программы аппроксимацией была получена аналитическая зависимость коэффициента механизации от мощности силовой установки судна [6]:

$$K_1 = 10^{-5} \cdot N_{\text{дв.}} + 0,41,$$

где K_1 – коэффициент механизации от мощности силовой установки траулера;

$N_{\text{дв.}}$ – мощность силовой установки траулера.

Зависимость показала, что мощность силовой установки линейно зависит от коэффициента механизации. С увеличением мощности двигателя судна на каждую 1000 кВт коэффициент механизации возрастает на 1 %.

Средняя ошибка аппроксимации для корреляции коэффициента механизации от мощности силовой установки траулера составила 1 %, что свидетельствует о ее адекватности [7].

Для оценки влияния мощности промышленного оборудования на коэффициент механизации был построен соответствующий график, представленный на рис. 2.

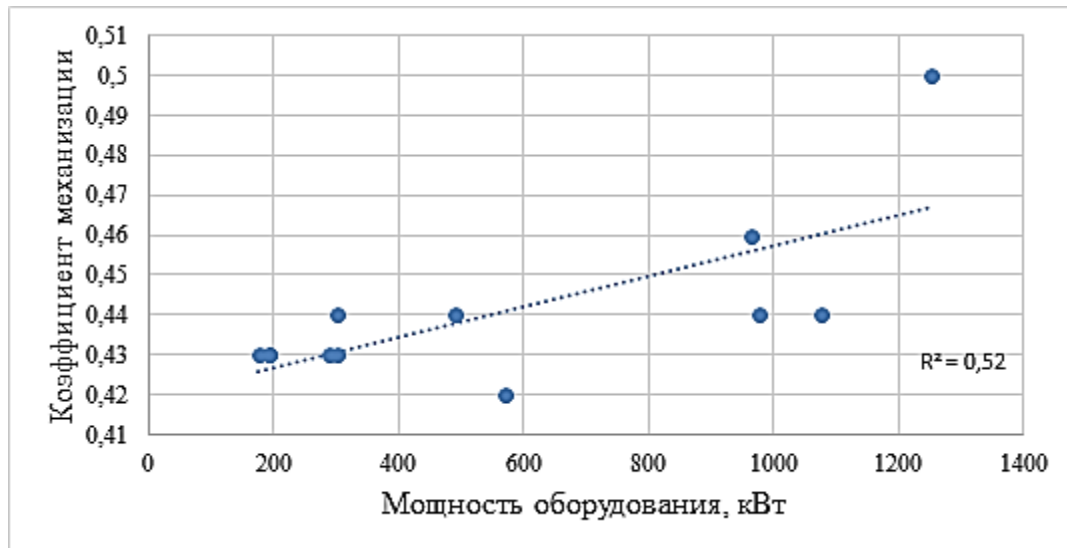


Рис. 2. Влияние мощностных характеристик оборудования траулеров на коэффициент механизации

Fig. 2. Influence of power characteristics of trawler equipment on mechanization coefficient

Аппроксимацией была получена следующая зависимость:

$$K_2 = 4 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\text{об.}} + 0,41, \quad (3)$$

где K_2 – коэффициент механизации от мощности оборудования траулера;

$N_{\text{об.}}$ – мощность оборудования траулера.

Зависимость показала, что мощность промышленного оборудования линейно зависит от коэффициента механизации. С увеличением мощности на каждые 200 кВт коэффициент механизации возрастает на 0,8 %.

Средняя ошибка аппроксимации для корреляции коэффициента механизации от мощности оборудования траулера составила 4 %, что свидетельствует о ее адекватности.

Таким образом, анализ показал первый приоритет влияния мощности оборудования на коэффициент механизации, а именно: при ее увеличении в 5 раз коэффициент механизации возрастает до 4 %, что превышает влияние мощности силовой установки траулера на 3 %.

Полученные зависимости в дальнейшем могут применяться как исходные данные для разработки методов проектирования промысловых схем при учете критерия механизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод морфологических карт дает возможность оценить эффективность той или иной схемы на предмет работоспособности и действенности, где критерием является коэффициент механизации.

В результате проведенного исследования были определены зависимости, которые позволили оценить приоритет влияния факторов на коэффициент механизации. Полученные результаты являются базовыми при разработке методов проектирования промысловых схем и комплексов.

Список источников

1. Рязанова Т. В. Судовое промысловое оборудование и его эксплуатация: монография. Керчь: Изд-во ФГБОУ ВО "КГМУ", 2019. 39 с.
2. Карпенко В. П., Торбан С. С. Механизация и автоматизация процессов промышленного рыболовства. Москва: Агропромиздат, 1990. С. 11–12.
3. Кудакеев В. В., Карпелев Т. П., Бойцов А. Н. Промысловые схемы и механизмы. Калининград: ФГБОУ ВО "КГТУ", 2019. 53 с.
4. Флот рыбной промышленности: справочник типовых судов / под ред. А. Б. Антипова. 3-е изд., доп. Москва: Транспорт, 1990. С. 6–94.
5. Флот рыбной промышленности. URL: http://soviet-trawler.narod.ru/main_r/list_of_projects_ru.html (дата обращения: 20.12.2021).
6. Коломиец Л. В., Поникарова Н. Ю. Метод наименьших квадратов: монография. Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. С. 4–13.
7. Ковалева М. А., Волошин С. Б. Анализ данных. Москва: Мир науки, 2019. С. 30–35.

References

1. Ryazanova T. V. *Sudovoe promyslovoe oborudovanie i ego ekspluatatsiya* [Ship fishing equipment and its operation]. Kerch', KSMTU Publ., 2019, 39 p.
2. Karpenko V. P. *Mekhanizatsia i avtomatizatsia prozessov promyshlennogo rybolovstva* [Mechanization and automation of industrial fishing processes]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, pp. 11–12.
3. Kudakaev V. V. *Promyslovye skhemy i mekhanizmy* [Fishing schemes and mechanisms]. Kaliningrad, KGTU Publ., 2019, 53 p.
4. Antipova A. B. *Flot rybnoy promyshlennosti: spravochnik tipovykh sudov* [Fishing industry fleet: reference book of typical vessels]. Moscow, Transport Publ., 1990, pp. 6–94.

5. Flot rybnoy promyshlennosti [Fishing industry fleet]. Available at: http://soviet-trawler.narod.ru/main_r/list_of_projects_ru.html (Accessed 20 December 2021).

6. Kolomiets L. V. *Metod naimen'shikh kvadratov* [Least squares method]. Samara, Samara University Publ., 2017, pp. 4–13.

7. Kovaleva M. A. *Analiz dannykh* [Data analysis]. Moscow, Mir nauki, 2019, pp. 30–35.

Информация об авторах

А. Ю. Бабинцев – аспирант кафедры промышленного рыболовства

А. В. Суконнов – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного рыболовства

Information about the authors

A. Yu. Babintsev – graduate student of the Faculty of Industrial Fishing

A. V. Sukonnov – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Industrial Fishing

Статья поступила в редакцию 13.05.2022; одобрена после рецензирования 25.05.2022; принята к публикации 20.07.2022

The article was submitted 13.05.2022; approved after reviewing 25.05.2022; accepted for publication 20.07.2022