

Оценка рисков безопасности промысловых схем

DOI

Аспирант **А.Ю. Бабинцев** – кафедра «Промышленное рыболовство»;

Кандидат технических наук **В.А. Суконнов** – доцент кафедры «Промышленное рыболовство»;

Доктор технических наук, профессор **В.М. Минько** – заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»;

Доктор технических наук, доцент **Дятченко С.В.** – заведующий кафедрой «Кораблестроение» –

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

@ artem.babintsev.1996@mail.ru

SAFETY RISK ASSESSMENT OF FISHING SCHEMES

Postgraduate student **A.Yu. Babintsev** – Department of Industrial Fisheries; Candidate of Technical Sciences **V.A. Sukonnov** – Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries; Doctor of Technical Sciences, Professor **V.M. Minko** – Head of the Department of Life Safety; Doctor of Technical Sciences, Associate Professor **S.V. Dyatchenko** – Head of the Department of Shipbuilding – Kaliningrad State Technical University (KSTU)

The design of existing fishing schemes is carried out according to prototypes, which causes a low level of safety in fishing operations, and, as a result, leads to an increase in accidents among crew members. As practice shows, such cases can be avoided already at the stage of designing a field scheme. In order to find out how changes in fishing schemes in the direction of increasing safety will affect their efficiency of use, the paper proposes to assess the safety risks of a fishing scheme, where the criterion of safety risks acts as the main criterion. To conduct such an assessment, a review was made of large-capacity stern trawlers in the amount of 5 units, with the power of trawler power plants from 882.6 kW to 5295 kW. After evaluating the safety risks of these vessels, the dependences of the safety risk factor on the power of the power plant and the power of the fishing equipment spent on operations were obtained. This analysis was carried out on the basis of a previous study on the efficiency of fishing schemes, where the main criterion was the coefficient of mechanization of fishing operations.

Ключевые слова:

траловый комплекс, промысловая операция, промысловая схема, безопасность, коэффициент

Keywords:

trawl complex, fishing operation, fishing scheme, safety, coefficient

ВВЕДЕНИЕ

В условиях ведения промысла возникают факторы, предшествующие несчастным случаям среди экипажа судна. В их числе особого внимания заслуживают факторы, связанные с промысловым оборудованием, поскольку на них приходится 55% всех несчастных случаев [1].

Так, известно, что максимальное число несчастных случаев связано с траловыми лебедками и ваерными (подвесными) блоками и траловыми досками. В свою очередь, это позволяет принимать решение на стадии выбора прототипа промысловой схемы, снижая риски несчастных случаев, связанных с ней. Но, отказ от опасных элементов и оборудования схемы не дает объективной оценки эффективности ее эксплуатации.

Поэтому, с целью проведения такой оценки, в работе предложено рассмотреть критерий оценки риска безопасности промысловой схемы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Как показывает практика, существующие методы проектирования промысловых схем (по прототипам) приводят к снижению уровня механизации.

Такой подход приводит к снижению уровня механизации рыбопромысловых операций, а также способствует повышению уровня возникающих рисков, связанных с безопасностью их выполнения. Таким образом, наряду с полученным коэффициентом механизации, в качестве критерия оценивания уровня безопасности выполнения промысловых операций на палубе, может быть предложен критерий оценки риска безопасности промысловой схемы.

Этот критерий представляет собой среднюю оценку влияния факторов на промысловые операции, статистически определенные как наиболее травмоопасные при проведении постановки и выборки трала. Проведение такой оценки позволяет установить эффективность использования промысловой схемы, а также – предлагать способы ее совершенствования.

На примере промысловой схемы РТМК-С проекта 488, предназначенного для лова рыбы донным и разноглубинным тралами, проведем оценку операции по спуску мешка, сетной и канатной части на отсутствие рисков несчастных случаев для матросов, в соответствии с факторами:

- 1) разовая максимальная масса перемещаемых вручную грузов: элементов орудий лова, инструмента;
- 2) число важных объектов наблюдения;
- 3) уровень технической безопасности рабочего места [2];
- 4) соблюдение требований эксплуатации к организации производственного оборудования [2];
- 5) уровень соблюдения требований к размещению рабочих мест и производственного оборудования [2];
- 6) интеллектуальная нагрузка;
- 7) работа с канатно-сетной частью трала и его элементами.

Факторы могут быть оценены по шестибальной шкале, соответствующей известной медико-физиологической классификации работ, где 1 – отсутствие риска, а 6 – сверхвысокий риск условий труда [3].

При n независимо действующих факторов, коэффициент рисков безопасности каждой операции определяется по формуле [4]:

$$R_j = 1 - \left[\prod_{i=1}^n 0,2 \cdot (x_{\max} - x_i) \right]^{1/T}, \quad (1)$$

где, j – порядковый номер операции по постановке и выборке трала;

n – количество факторов, равное 7;

x_{\max} – максимальная оценка, равная 6 баллам;

x_i – оцененный фактор;

t – продолжительность работы, относящаяся к одному году;

T – трудовой стаж, 25 лет.

Проектирование существующих промысловых схем проводят по прототипам, что служит причиной низкого уровня безопасности рыбопромысловых операций, и, как следствие, приводит к увеличению несчастных случаев среди членов экипажа. Как показывает практика, таких случаев можно избежать уже на стадии проектирования промысловой схемы. Однако невозможно предсказать, как изменения промысловых схем в сторону повышения безопасности отразятся на эффективности их использования. С целью выяснения, в работе предлагается проведение оценки рисков безопасности промысловой схемы, где, в качестве основного критерия, выступает критерий рисков безопасности. Выбранный критерий представляет собой среднюю оценку влияния факторов на промысловые операции, статистически определенные как наиболее травмоопасные при проведении постановки и выборки трала. Для проведения такой оценки выполнен обзор крупнотоннажных траулеров кормового траления в количестве 5 единиц, с мощностью силовых установок траулеров от 882,6 кВт до 5295 кВт. После оценки рисков безопасности этих судов, были получены зависимости коэффициента рисков безопасности 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 рисков безопасности, что может послужить основой разработки методов проектирования промысловых схем для строящихся траулеров, а также – совершенствования промысловых схем траулеров, применяющихся в эксплуатации.



BMPT 1288

Таблица 1. Оценка выполнения операции по спуску мешка, сетной и канатной части на траулере РТМК-С проекта 488 / **Table 1.** Evaluation of the operation to lower the bag, net and rope parts on the RTMK-C trawler of project 488

Мастер добычи №1	
Наименование операции	фактор
Руководит действиями промысловой вахты	2,6
Контролирует сход мешка по слипу, сход сетной и канатной части с барабана	
Следит за соблюдением ТБ	
Матрос лебедчик №2	
Наименование операции	фактор
Управляет грузовыми и промысловыми лебедками	3,4,5
Матрос 1-го кл. №3	
Наименование операции	фактор
Выбирает вытяжной конец, заводит его в канифас-блок над ваерным блоком	1,7
Набирает необходимую слабину вытяжного конца	
Матрос 1-го кл. №4	
Наименование операции	фактор
Управляет вытяжной лебедкой, вытаскивает мешок за борт	1,3,4,5,7
Выбирает слабину канатов с сетного барабана	
Матрос 1-го кл. №5	
Наименование операции	фактор
Следит за выходом трала с сетного барабана	2,7
Выбирает слабину (при необходимости)	
Матрос 1-го кл. №6	
Наименование операции	фактор
Следит за выходом трала с сетного барабана	2,7
Выбирает слабину (при необходимости)	

По формуле (1) рассчитываем коэффициент риска безопасности, соответствующий операции по спуску мешка, сетной и канатной части:

$$R_2 = 1 - (0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,4)^{1/25} \approx 0,16.$$

Риск безопасности, соответствующий выполнению операции по спуску мешка, сетной и канатной части, составляет 16%.

Таким образом, результаты оценивания операций по постановке и выборке трала, выполняемых в соответствии с промысловым расписанием на РТМК-С пр. 488, сведены в таблицу 2.

Коэффициент рисков безопасности операций по постановке и выборке трала определяется по формуле:

$$R = (\sum R_i) / i, \tag{2}$$

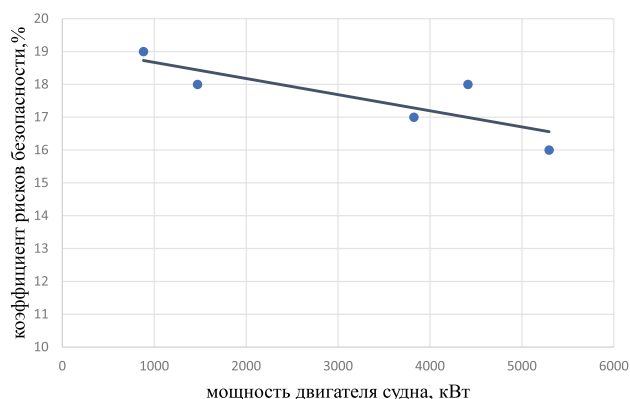


Рисунок 1. Влияние мощностных характеристик траулера на коэффициент рисков безопасности

Figure 1. Influence of the trawler's power characteristics on the safety risk factor

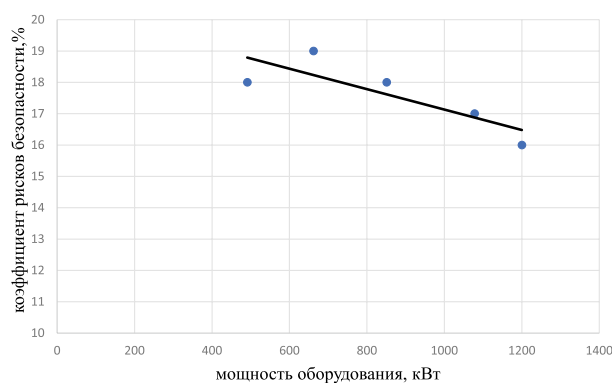


Рисунок 2. Влияние мощностных характеристик оборудования траулера на коэффициент рисков безопасности

Figure 2. Influence of the power characteristics of the trawler equipment on the safety risk factor

Таблица 2. Оценка операций постановки и выборки трала на траулере РТМК-С проекта 488 / **Table 2.** Evaluation of trawl setting and sampling operations on the RTMK-C trawler of Project 488

Наименование операции	Оценка
1. Подготовка к спуску трала	0,17
2. Спуск мешка, сетной и канатной части	0,16
3. Подключение переходных концов к доскам и отключение вытяжных концов кабельных лебедок	0,15
4. Травление ваеров	0,13
5. Выливка улова	0,20
6. Подготовка к выборке трала	0,15
7. Отключение траловых досок	0,16
8. Выборка канатной, сетной части	0,16
9. Выборка мешка с уловом	0,17

Таблица 3. Входные данные выборки / **Table 3.** Sample input data

Наименование судна	Мощность двигателя судна, кВт	Мощность оборудования, кВт	Коэффициент уровня рисков, %
ТСМ пр. 333 «Атлантик».	882,6	662	19
БМРТ пр. 1288 «Пулковский меридиан»	4413	851	18
БМРТ пр. 394АМ «Кронштадт»	1471	491	18
БМРТ пр. 408 «Иван Бочков»	3824,7	1078	17
РТМК-С пр. 488 «Моонзунд»	5295	1200	16

Коэффициент рисков безопасности:

$$R = (0,83 + 0,84 + 0,85 + 0,87 + 0,80 + 0,85 + 0,84 + 0,84 + 0,83) / 9 = 0,84$$

Риск безопасности по постановке и выборке трала на траулере РТМК-С проекта 488, составляет 16%.

С целью установления влияния параметров системы судно-трал на коэффициент рисков безопасности, анализу были подвержены схемы рыбо-

ловных судов кормового траления, а именно: ТСМ пр. 333 «Атлантик», БМРТ проекта 1288 «Пулковский меридиан», БМРТ пр. 394АМ «Кронштадт», БМРТ пр. 408 «Иван Бочков», РТМК-С проекта 488 «Моонзунд» [5].

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



ТСМ 333



Как можно заметить, коэффициент уровня рисков безопасности снижается от наименее мощных траулеров до судов с высокой энергонасыщенностью. Вместе с этим повышается уровень механизации промысловых схем.

Так, на ТСМ пр. 333 «Атлантик» применяется многооперационная лебедка, делающая выполнение большинства операций не безопасными. На таких схемах, во время траления ваеры идут через всю промысловую палубу, угрожая жизни членам бригады добытчиков. А кабельные лебедки на БМРТ пр. 1288 «Пулковский меридиан» являются устаревшим механизмом, в сравнении с кабельно-сетным барабаном на РТМК-С пр. 488 «Моонзунд», использование которых также отражается на количестве несчастных случаев.

Для оценки влияния мощностных характеристик рыболовных судов на коэффициент рисков безопасности был построен соответствующий график, представленный на рисунке 1.

При помощи программы аппроксимацией была получена аналитическая зависимость коэффициента рисков безопасности от мощности силовой установки судна:

$$K_1 = 10^{-4} N_{\text{дв.}} + 19$$

где K_1 – коэффициент рисков безопасности от мощности силовой установки траулера;

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

Зависимость показала, что мощность силовой установки линейно зависит от коэффициента рисков безопасности.

Аппроксимацией была получена следующая зависимость:

$$K_2 = 10^{-3} N_{\text{об.}} + 20$$

где K_2 – коэффициент рисков безопасности от мощности оборудования траулера;

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

Зависимость показала, что мощность силовой установки линейно зависит от коэффициента рисков безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод позволяет проводить оценку рисков безопасности той или иной схемы, где критерием является коэффициент рисков безопасности.

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

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка физических, математических и предсказательных моделей процессов эксплуатации донного и разноглубинного траловых комплексов».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

А.Ю. Бабинцев – сбор и анализ данных, подготовка статьи; В.А. Суконов – идея работы, подготовка введения, проверка статьи; В.М. Минько – предложение материалов для проведения анализа, консультирование по вопросам БЖД; С.В. Дятченко – оценка выбора входных данных выборки для анализа, окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

A.Yu. Babintsev – data collection and analysis, preparation of articles; V.A. Sukonov idea – work, guidance, article verification; V.M. Minko – materials for analysis, advising proposals on the issues of the Belarusian Railways; S.V. Dyatchenko – assessment of the choice of input data for the analysis, the final check of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Антипова, А.Б. Флот рыбной промышленности: справочник типовых судов. / А.Б. Антипова. – М. Транспорт, 1990. – С. 6-94.
1. Antipova, A.B. The fleet of the fishing industry: a reference book of standard vessels. / A.B. Antipova. – M. Transport, 1990. – С. 6-94.
2. Минько, В.М. Безопасность труда в промышленном рыболовстве: монография. / В.М. Минько. – Керчь: Изд-во Агропромиздат, 1990. – 46 с.
2. Minko, V.M. Occupational safety in industrial fishing: monograph. / V.M. Minko. – Kerch: Agropromizdat Publishing House, 1990. – 46 p.
3. Минько, В.М. Оценка уровней профессиональных рисков по данным о состоянии рабочих мест / В.М. Минько, Н.А. Евдокимова, Е.С. Кремлякова // Охрана и экономика труда. – 2017. – №4. – С.49-58.
3. Minko, V.M. Assessment of occupational risk levels based on data on the state of workplaces / V.M. Minko, N.A. Evdokimova, E.S. Kremlyakova // Labor protection and economics. – 2017. – No. 4. – Pp.49-58.
4. Минько, В.М. Оптимизация управления безопасностью труда в промышленном рыболовстве: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. док. техн. наук. / Минько В.М. – Калининград: КГТУ, 1996. – 20 с.
4. Minko, V.M. Optimization of labor safety management in industrial fishing: Abstract. diss. on the job. step. doct. technical sciences. / Minko V.M. – Kaliningrad: KSTU, 1996. – 20 p.
5. Оценка риска для здоровья населения и работающих URL: <https://irioh.ru/centers-risk-assessment/> (дата обращения: 13.02.2023 г.)
5. Risk assessment for the health of the population and workers URL: <https://irioh.ru/centers-risk-assessment/> (accessed: 13.02.2023)