

Научная статья  
УДК 639.2.081.1; 621.9.014.2; 621.9.014  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-32-38>

## Производительность сил траловой системы – IV: математическое моделирование (часть II)

*А. А. Недоступ<sup>1✉</sup>, А. О. Ражев<sup>2</sup>, П. В. Насенков<sup>3</sup>, К. В. Коновалова<sup>4</sup>, А. А. Быков<sup>5</sup>*

<sup>1-5</sup>Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, Россия, [nedostup@kltgu.ru](mailto:nedostup@kltgu.ru)✉

**Аннотация.** Канатно-сетные орудия промышленного рыболовства в большинстве своем представляют собой инженерные сооружения, которые при эксплуатации меняют свою форму. Так, при изменении скорости буксировки разноглубинного трала возникает перераспределение сил, создаваемых оснасткой и траловой оболочкой, что приводит при малых скоростях к увеличению, а при больших скоростях – к уменьшению площади раскрытия устья трала. Соответственно, чем больше гидродинамическое сопротивление канатно-сетной части трала, тем больше силы, которые стягивают его канатно-сетную часть, и наоборот. Сила – величина, являющаяся мерой воздействия на разноглубинный трал со стороны других элементов траловой системы (ТС) и внешней по отношению к ТС среды. Приложение силы обуславливает изменение скорости разноглубинного трала и появление деформаций и механических напряжений в стальных канатах (СК) (ваера, лапки траловых досок, кабели, голые концы, подборы) и канатно-веревочных изделиях (КВИ) (канатные связи, элементы сетных пластин). Деформация может возникать как в самой ТС, так и в фиксирующих ее элементах. Тогда показатель производительности тралового лова, определяющий характеристику промысловой деятельности судна, является отношением выхода продукции к затраченным на это ресурсам. В статье рассматривается проблема удлинения идеально гибких СК и КВИ. Необходимо отметить, что при удлинении изменяется их длина и диаметр и, соответственно, изменяется гидродинамический коэффициент сопротивления канатно-сетной оболочки трала, а также увеличивается износ изделий. Авторами были получены уравнения для идеально гибких СК и КВИ, связывающие конструктивные, геометрические и силовые характеристики при условии неизменения объема СК и КВИ, и выражения для определения относительных деформаций в продольном и поперечном сечениях СК и КВИ при их растяжении.

**Ключевые слова:** траловая система, производительность сил, стальные канаты, канатно-веревочные изделия, деформация

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

**Для цитирования:** Недоступ А. А., Ражев А. О., Насенков П. В., Коновалова К. В., Быков А. А. Производительность сил траловой системы – IV: математическое моделирование (часть II) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 32–38. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-32-38>.

Original article

## Force performance of trawl system – IV: mathematical modeling (part II)

*A. A. Nedostup<sup>1✉</sup>, A. O. Razhev<sup>2</sup>, P. V. Nosenkov<sup>3</sup>,  
K. V. Konovalova<sup>4</sup>, A. A. Bykov<sup>5</sup>*

<sup>1-5</sup>Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, Russia, [nedostup@kltgu.ru](mailto:nedostup@kltgu.ru)✉

**Abstract.** The rope-net tools of commercial fishing are mostly engineering structures that change their shape during operation. So, when changing the towing speed of a mid-water trawl, a redistribution of forces occurs, created by the equipment and the trawl shell, which leads at low speeds to an increase in the opening area of the mouth of the trawl,

and at high speeds to a decrease in the area. Accordingly, the greater the hydrodynamic resistance of the rope-net part of the trawl, the greater the forces that pull together its rope-net part, and vice versa. Force is a value that is a measure of the impact on the mid-water trawl by other elements of the trawl system (TS) and the environment external to the TS. The application of force causes a change in the speed of the mid-water trawl and the appearance of deformations and mechanical stresses in steel ropes (SC) (warps, legs of trawl boards, cables, bare ends, rebounds) and rope-net products (RNP) (rope ties, elements of net plates). Deformation can occur both in the vehicle itself and in the elements fixing it. Then the trawling performance indicator, which determines the characteristics of the fishing activity of the vessel, is the ratio of the output of the product to the resources spent on it. The article deals with the problem of elongation of ideally flexible SC and RNP. It should be noted that when elongated, their length and diameter change and, accordingly, the hydrodynamic drag coefficient of the rope-net shell of the trawl changes, and the wear of products also increases. The authors obtained equations for ideally flexible SC and RNP, which relate the structural, geometric and power characteristics, provided that the volume of steel ropes and rope-net products does not change, and expressions for determining the relative deformations in the longitudinal and cross sections of steel ropes and rope-net products at their stretching.

**Keywords:** trawl system, force performance, steel ropes, rope-net products, deformation

**Acknowledgement:** the study was carried out as part of the state assignment on the topic “Development of physical, mathematical and predictive models for the operation of bottom and mid-water trawl systems”.

**For citation:** Nedostup A. A., Razhev A. O., Nasenkov P. V., Konovalova K. V., Bykov A. A. Force performance of trawl system – IV: mathematical modeling (part II). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry. 2022;*1:32-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-32-38>.

## Введение

Канатно-сетные орудия промышленного рыболовства в большинстве своем представляют собой инженерные сооружения, которые при эксплуатации меняют свою форму, т. к. имеют формоизменяемые инженерные конструкции. Так, при увеличении скорости буксировки разноглубинного трала возникает перераспределение сил, создаваемых оснасткой и траловой оболочкой, что приводит при малых скоростях к увеличению площади раскрытия устья трала, а при больших скоростях – к уменьшению площади раскрытия устья трала. В этих случаях, которые имеют место на практике, есть простое объяснение: чем больше гидродинамическое сопротивление канатно-сетной части трала, тем больше силы, которые стягивают его канатно-сетную часть, и наоборот. При этом на промысле нужно добиться повышенной скорости буксировки для увеличения протраленного объема и сокращения времени, затраченного на процесс лова. Это и увеличивает производительность тралового лова.

Производительность тралового лова можно оценить различными способами. Если оценивать улавливающую способность орудия траловой системы (ТС), то при определении производительности лова учитываем время производительной части цикла лова, т. е. фактическую производительность тралового лова.

*Сноска 1.* Производительность рыбопромыслового судна является универсальным инструментом, одинаково эффективно применяемым для расчета результативности промысла за заданный временной отрезок. Производительность тралового лова  $q$  – это улов за единицу времени:

$$q = Q/t,$$

где  $Q$  – улов;  $t$  – время процесса лова.

*Сноска 2.* Расчет показателя производительности лова дает характеристику промысловой деятельности судна (рыбопромысловой единицы) отношением выхода продукции к затраченным на это ресурсам. Промысловой мощностью  $W$  орудия лова называют объем водоема, обловленный орудием лова за единицу времени:

$$W = V/t = l_t \frac{hl}{t} = v_t hl, \quad (1)$$

где  $V$  – объем водоема, обловленный разноглубинным тралом ТС за единицу времени;  $l_t$  – путь, пройденный ТС;  $v_t$  – скорость траления;  $h$  – вертикальное раскрытие трала;  $l$  – горизонтальное раскрытие устья трала.

Разделим левую и крайнюю правую части выражения (1) на интервал времени  $t$ :

$$W/t = w_t S_t, \quad (2)$$

где  $w_t$  – ускорение разноглубинного трала ТС, которое соответствует  $w_t = v_t/t$ ;  $S_t = hl$  – площадь раскрытия устья трала.

Перенесем в выражении (2) площадь устья трала из правой части в левую:

$$\frac{W}{tS_t} = w_t. \quad (3)$$

Умножим левую и правую части выражения (3) на массу разноглубинного трала ТС с уловом с учетом присоединенной массы  $M_t = m_t + m_q$ :

$$M_t \frac{W}{tS_t} = M_t w_t, \quad (4)$$

где  $M_t = m_t + m_q$ ;  $m_t$  – масса разноглубинного трала ТС с учетом присоединенной массы;  $m_q$  – масса улова к моменту времени  $t$ .

Правая часть выражения (4) является силой  $F_t$ , действующей на разноглубинный трал. Тогда

$$(m_t + m_q) \frac{W}{tS_t} = F_t. \quad (5)$$

Сила  $F_t$  – величина, являющаяся мерой воздействия на разноглубинный трал со стороны других элементов ТС (рыбопромыслового судна, лебедок и пр.) и внешней по отношению к ТС среды (водных масс, гравитации и пр.). Приложение силы обуславливает изменение скорости разноглубинного трала и появление деформаций и механических напряжений в СК и КВИ. Деформация может возникать как в самой ТС, так и в фиксирующих ее элементах.

Запишем постулаты относительно производительности сил ТС [1]. Запишем связь производительности сил разноглубинного трала  $H$  и сил (первый и второй постулаты), действующих в точках разноглубинного трала ТС:

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{d^2 A_t}{dt^2} \\ M_t H &= F_t^2 \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где  $H$  – производительность сил разноглубинного трала ТС ( $\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^4$ ) = ( $\text{Н}^2/\text{кг}$ );  $A_t$  – работа разноглубинного трала ТС.

На основании второго уравнения системы (6) и выражения (5) получим

$$H = (m_t + m_q) \left( \frac{W}{tS_t} \right)^2 = (m_t + m_q) w_t^2.$$

Тогда показатель производительности тралового лова, определяющий характеристику промысловой деятельности судна (рыбопромысловой единицы), является отношением выхода продукции к затраченному на это ресурсам:

$$H = H_t + H_q = m_t w_t^2 + m_q w_t^2,$$

где  $H_t$  – производительность сил разноглубинного трала ТС в единицу времени (без улова);  $H_q$  – производительность сил улова разноглубинного трала ТС в единицу времени, тогда

$$H_q = H - H_t. \quad (7)$$

Разделим левую и правую части (7) на  $H$ :

$$H_q/H = 1 - (H_t/H), \quad (8)$$

левая часть выражения (8) соответствует КПД  $\eta$  ТС в определенный интервал времени [1]. Рассматривая выражение (8) для определения КПД  $\eta$ , можно точно сказать, что минимизация отношения  $H_t/H$  позволит проектировать такие разноглубинные тралы, у которых максимальное отношение  $H_q/H$  в процессе лова, и тем самым максимизировать полезную производительность сил разноглубинного трала ТС.

Так как приложение силы обуславливает изменение скорости разноглубинного трала или появление деформаций и механических напряжений в СК и КВИ, а деформация может возникать в самой ТС в фиксирующих его элементах в стальных канатах и канатно-веревочных изделиях (СК и КВИ), рассмотрим физико-механические свойства СК и КВИ, из которых изготовлены большинство орудий промышленного рыболовства ТС. Введем допущения:

- СК и КВИ рассматриваются как идеально гибкие цилиндрические изделия, которые подвержены продольному растяжению и сжатию и поперечному сжатию;
- при исследовании СК и КВИ не учитывались такие конструктивные параметры, как свивка, количество прядей, толщина проволоки и волокна, тип плетения;
- при исследовании СК и КВИ не учитывается сила трения между проволоками для СК, волокнами и прядями КВИ;
- объем СК и КВИ при нагрузке не изменяются,  $V = \text{const}$ .

#### Постановка задачи

Рассмотрим задачу удлинения идеально гибких стальных канатов ТС (ваера, лапки траловых досок, кабели, голые концы, подборы) и КВИ (канатные связи, элементы сетных пластин). Необходимо понимать важные проблемы удлинения и растяжения СК и КВИ. При удлинении СК и КВИ изменяется их длина и диаметр и, соответственно, изменяется гидродинамический коэффициент сопротивления канатно-сетной оболочки трала [5, 6]. Но помимо изменения коэффициента гидродинамического сопротивления траловой оболочки увеличивается износ СК и КВИ [7].

Так как СК и КВИ имеют в сечении условную окружность (рис. 1), примем, что ось  $OZ$  совпадает с  $OY$  при вращении СК и КВИ.

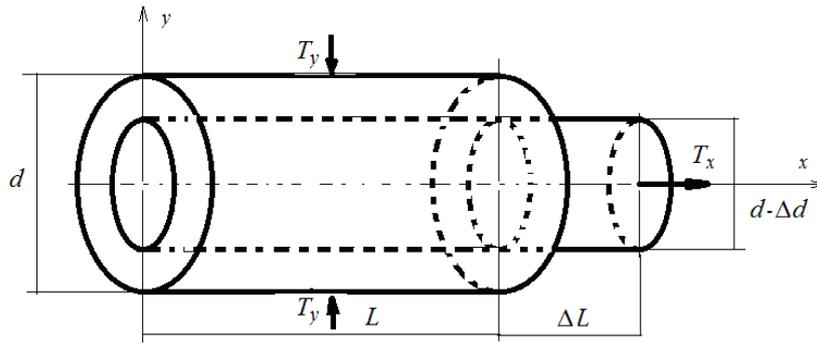


Рис. 1. СК и КВИ при растяжении:  $T_x$  – приложенная сила растяжения;  $T_y$  – внутренняя сила сжатия, вызванная растяжением (при условии несжимаемости);  $L$  – длина СК и КВИ до деформации;  $\Delta L$  – абсолютное удлинение СК и КВИ;  $d$  – диаметр СК и КВИ до деформации;  $\Delta d$  – абсолютное сужение

Fig. 1. SC and RNW in tension:  $T_x$  is the applied tension force;  $T_y$  is the internal compressive force caused by tension (assuming incompressibility);  $L$  is the length of the SC and RNW before deformation;  $\Delta L$  is the absolute elongation of the SC and RNW;  $d$  is the diameter of the SC and CVI before deformation;  $\Delta d$  – absolute narrowing

Запишем выражение, полученное в ходе аналитического исследования:

$$H_y/E_e = H_x/E_x, \quad (9)$$

где  $H_x$  – производительность продольных сил СК и КВИ;  $H_y$  – производительность условных поперечных сил СК и КВИ;  $E_x$  – продольный модуль упругости СК и КВИ;  $E_y$  – поперечный модуль упругости СК и КВИ.

Умножим левую и правую части выражения (9) на массу  $m$  СК или КВИ:

$$m \frac{H_y}{E_y} = m \frac{H_x}{E_x}. \quad (10)$$

Рассмотрим правую часть выражения (10), разделив ее на  $S_1 = S_x$  – измененную площадь сечения СК и КВИ в процессе растяжения:

$$m \frac{H_x}{E_x S_1} = m w_x^l,$$

где  $w_x^l$  – ускорение массы  $m$ , вызванное противодействующей растяжению СК и КВИ силой.

Приведем преобразования:

$$\begin{aligned} m \frac{H_x}{E_x} &= m w_x^l S_x; \\ \varepsilon \frac{T_x^2}{T_x} &= m w_x^l; \\ \varepsilon T_x &= m w_x^l; \\ \varepsilon T_x &= T_x^l; \\ \varepsilon &= T_x^l / T_x; \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} T_x / (E_x S_x) &= T_x^l / T_x; \\ T_x^2 &= T_x^l E_x S_x; \\ H_x &= \frac{T_x^l E_x S_x}{m}; \\ \varepsilon &= \frac{T_x^l E_x S_x}{T_x E_x S_x} \rightarrow \varepsilon^2 = \frac{T_x^l}{E_x S_x}, \end{aligned}$$

где  $T_x^l$  – компенсационная сила (противодействия  $T_x$ ) СК и КВИ в продольном направлении (вдоль оси  $Ox$ );  $\varepsilon$  – относительная продольная деформация.

Для стали  $T_x > T_x^l$ , для резины может быть любое равенство. Для КВИ – также любое.

На основании выражения (11) делаем вывод, что для СК и КВИ, у которых при растяжении не изменяется объем  $V$ , внутренняя продольная сила изделия, препятствующая растяжению, равна

$$T_x^l = \varepsilon T_x.$$

Аналогично проведем преобразования в плоскости  $Oy$ . Рассмотрим левую часть выражения (10), разделив ее на  $S_{n1} = S_y$  – измененную площадь поверхности СК и КВИ в процессе:

$$\begin{aligned} m \frac{H_y}{E_y} &= m w_y^d S_y; \\ \varepsilon_d \frac{T_y^2}{T_y} &= m w_y^d; \\ \varepsilon_d T_y &= m w_y^d; \\ \varepsilon_d T_y &= T_y^d; \end{aligned}$$

$$\varepsilon_d = T_y^d / T_y ; \quad (12)$$

$$T_y / (E_y S_y) = T_y^d / T_y ;$$

$$T_y^2 = T_y^d E_y S_y ;$$

$$H_y = \frac{T_y^d E_y S_y}{m} ;$$

$$\varepsilon_d = \frac{T_y^d E_y S_y}{T_y E_y S_y} \rightarrow \varepsilon_d^2 = \frac{T_y^d}{E_y S_y} ,$$

где  $w_y^d$  – ускорение массы  $m$ , вызванное противодействующей сжатию СК и КВИ силой;  $T_y^d$  – компенсационная сила (противодействия  $T_y$ ) СК и КВИ в поперечном направлении, оси  $OY$ ;  $\varepsilon_d$  – относительная поперечная деформация.

Сила  $T_y^d$  является силой противодействия  $T_y$  для стали  $T_y > T_y^d$ , для резины может быть любое равенство. Для КВИ – также любое.

На основании выражения (12) делаем вывод, что для СК и КВИ, у которых при растяжении не изменяется объем  $V$ , внутренняя поперечная сила изделия, препятствующая сжатию, равна

$$T_y^d = \varepsilon_d T_y .$$

Тогда примем для СК и КВИ выражение расчета коэффициента Пуассона  $\mu$ :

$$\mu = \frac{T_y^d T_x}{T_x^l T_y} = \frac{T_y^d}{\alpha T_x^l} , \quad (13)$$

где  $\alpha = f(\varepsilon, \lambda)$  – безразмерное сужение КВИ или СК. Выражение (13) запишем в виде

$$\mu \alpha = \frac{T_y^d}{T_x^l} = \chi , \quad (14)$$

где  $\chi$  – безразмерная компенсационная сила СК или КВИ.

### Результаты и обсуждение

Рассмотрим коэффициент Пуассона  $\mu$  в виде

$$\mu = \frac{T_y^d}{\alpha T_x^l} = \left( 1 - \sqrt{\frac{1}{1+\varepsilon}} \right) \frac{1}{\varepsilon}$$

или через отношение сил

$$\chi = \left( 1 - \sqrt{\frac{1}{1+\varepsilon}} \right) \frac{\alpha}{\varepsilon} . \quad (15)$$

Отобразим графически зависимость вида (15)  $\chi = f(\varepsilon, \lambda)$ , причем  $\alpha = f(\varepsilon, \lambda)$ , на рис. 2.

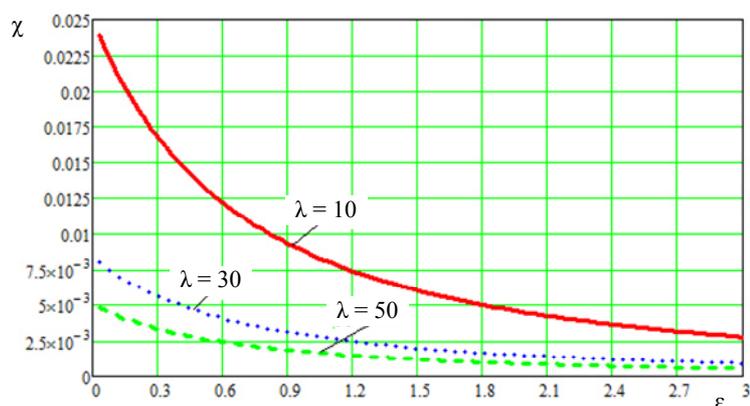


Рис. 2. Зависимость вида (15)  $\chi = f(\varepsilon, \lambda)$

Fig. 2. Dependence of the form (15)  $\chi = f(\varepsilon, \lambda)$

Отметим, что конструктивное удлинение СК и КВИ  $\lambda$  (конструктивный параметр) определяется выражением

$$\lambda = L/d ,$$

где  $d$  – диаметр;  $L$  – длина.

Отобразим графически (рис. 3) зависимость вида  $T_y/T_x = f(\varepsilon, \lambda)$ , или  $\alpha = f(\varepsilon, \lambda)$ :

$$T_y/T_x = \frac{\left( 1 - \sqrt{\frac{1}{1+\varepsilon}} \right)}{\varepsilon \lambda} = \alpha . \quad (16)$$

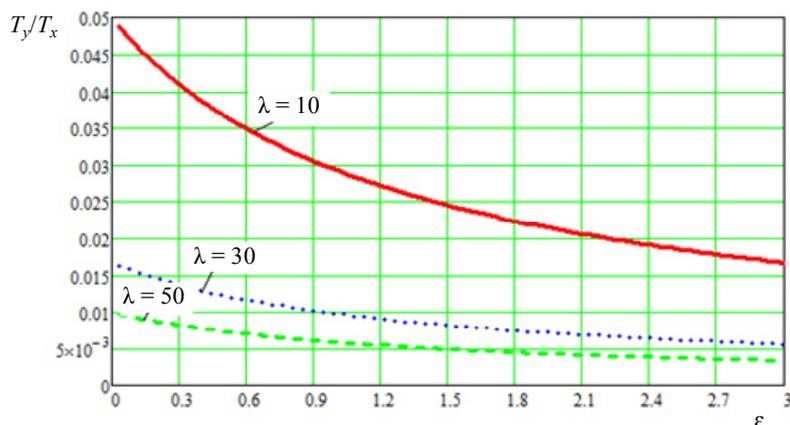


Рис. 3. Зависимость вида (16)  $T_y/T_x = f(\epsilon, \lambda)$

Fig. 3. Dependence of the form (16)  $T_y/T_x = f(\epsilon, \lambda)$

Запишем уравнения, связывающие безразмерные конструктивные, геометрические и силовые характеристики СК и КВИ при условии  $V = \text{const}$ :

$$\left. \begin{aligned} ke &= \alpha \\ e &= \alpha^2 \\ ek^2 &= 1 \\ \alpha k &= 1 \end{aligned} \right\}, \quad (17)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности  $k = f(\epsilon, \lambda)$ ;  $e$  – отношение модулей упругости СК и КВИ,  $e = E_y/E_x$ .

Добавим к системе уравнений (17) уравнение (14):

$$\left. \begin{aligned} ke &= \alpha \\ e &= \alpha^2 \\ \chi &= \mu\alpha \\ ek^2 &= 1 \\ \alpha k &= 1 \end{aligned} \right\}. \quad (18)$$

Таким образом, для идеально гибких СК и КВИ получены уравнения (18), связывающие конструктивные, геометрические и силовые характеристики СК и КВИ при условии  $V = \text{const}$ .

#### Заключение

В статье рассмотрен пример растяжения идеально гибких стальных канатов и канатно-веревочных изделий. Не учитывались такие конструктивные параметры, как свивка, количество прядей, толщина проволоки и волокна, тип плетения.

Для идеально гибких стальных канатов и канатно-веревочных изделий получены уравнения (18), связывающие конструктивные, геометрические и силовые характеристики при условии неизменения объема стальных канатов и канатно-веревочных изделий  $V = \text{const}$ .

Получены выражения (11) и (12) для определения относительных деформаций в продольном и поперечном сечениях стальных канатов и канатно-веревочных изделий при их растяжении.

#### Список источников

1. Недоступ А. А., Ражев А. О. Производительность сил траловой системы – I (постановка задачи) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 55–65.
2. Недоступ А. А., Наумов В. А., Ражев А. О., Белых А. В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч. I: моногр. Калининград: Изд-во КГТУ, 2013. 253 с.
3. Недоступ А. А., Ражев А. О. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч. II: моногр. Калининград: Изд-во КГТУ, 2014. 249 с.
4. Недоступ А. А., Ражев А. О., Соколова Е. В., Макаров В. В. Математическое моделирование орудий

и процессов рыболовства. Ч. III: моногр. Калининград: Изд-во КГТУ, 2016. 184 с.

5. Недоступ А. А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: моногр. Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 280 с.

6. Недоступ А. А. Методы расчета сетных активных орудий прибрежного и океанического рыболовства. Методы расчета донных и разноглубинных тралов: моногр. Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. 156 с.

7. Львова Е. Е., Суконнова А. В., Розентейн М. М., Суконнова Т. Е. Методика экспериментальной оценки износостойкости сетеснастных рыболовных материалов от факторов механического износа // Изв. Калинингр. гос. техн. ун-та. 2020. № 56. С. 48–60.

## References

1. Nedostup A. A., Razhev A. O. Proizvoditel'nost' sil tralovoi sistemy – I (postanovka zadachi) [Productivity of trawl system – I (problem statement)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 2, pp. 55-65.
2. Nedostup A. A., Naumov V. A., Razhev A. O., Belykh A. V. *Matematicheskoe modelirovanie orudii i protsessov rybolovstva. Chast' I: monografiia* [Mathematical modeling of fishery tools and processes. Part I: monograph]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2013. 253 p.
3. Nedostup A. A., Razhev A. O. *Matematicheskoe modelirovanie orudii i protsessov rybolovstva. Chast' II: monografiia* [Mathematical modeling of fishing tools and processes. Part II: monograph]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2014. 249 p.
4. Nedostup A. A., Razhev A. O., Sokolova E. V., Makarov V. V. *Matematicheskoe modelirovanie orudii i protsessov rybolovstva. Chast' III: monografiia* [Mathematical modeling of fishing tools and processes. Part III: monograph]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2016. 184 p.
5. Nedostup A. A. *Metody rascheta passivnykh setnykh orudii vnutrennego i pribrezhnogo rybolovstva: monografiia* [Methods of calculating passive net tools for inland and coastal fisheries: monograph]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2010. 280 p.
6. Nedostup A. A. *Metody rascheta setnykh aktivnykh orudii pribrezhnogo i okeanicheskogo rybolovstva. Metody rascheta donnykh i raznoglubinykh tralov: monografiia* [Methods for calculating net active tools of coastal and oceanic fishing. Methods for calculating bottom and mid-depth trawls: monograph]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2011. 156 p.
7. L'vova E. E., Sukonnova A. V., Rozenshtein M. M., Sukonnova T. E. Metodika eksperimental'noj ochenki iznosostojkosti setesnastnykh rybolovnykh materialov ot faktorov mekhanicheskogo iznosa [Method for experimental evaluation of the wear resistance of fishing netting materials from mechanical wear factors]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2020, no. 56, pp. 48-60.

Статья поступила в редакцию 17.05.2021; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 10.03.2022  
The article is submitted 17.05.2021; approved after reviewing 21.02.2022; accepted for publication 10.03.2022

## Информация об авторах / Information about the authors

**Александр Алексеевич Недоступ** – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой промышленного рыболовства; Калининградский государственный технический университет; Калининград, проспект Советский, 1; nedostup@klgtu.ru

**Алексей Олегович Разжев** – младший научный сотрудник УНИД; Калининградский государственный технический университет; Калининград, проспект Советский, 1; progacpp@live.ru

**Павел Владимирович Насенков** – специалист по УМР 2 категории в УИЛ САПР техники промышленного рыболовства; Калининградский государственный технический университет; Калининград, проспект Советский, 1; pavel.nasenkov@klgtu.ru

**Карина Витальевна Коновалова** – магистрант кафедры промышленного рыболовства; Калининградский государственный технический университет; Калининград, проспект Советский, 1; karina.konovalova@klgtu.ru

**Алексей Александрович Быков** – аспирант кафедры промышленного рыболовства; Калининградский государственный технический университет; Калининград, проспект Советский, 1; bykov@intechfuture.ru

**Alexander A. Nedostup** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Commercial Fishery; Kaliningrad State Technical University; Kaliningrad, Soviet Avenue, 1; nedostup@klgtu.ru

**Alexey O. Razhev** – Junior Researcher of the Department of Management of Research Activities; Kaliningrad State Technical University; Kaliningrad, Soviet Avenue, 1; progacpp@live.ru

**Pavel V. Nasenkov** – Specialist in EMW of the 2nd category in the ERL of the CAD of commercial fishing equipment; Kaliningrad State Technical University; Kaliningrad, Soviet Avenue, 1; pavel.nasenkov@klgtu.ru

**Karina V. Konovalova** – Masters' Course Student of the Department of Commercial Fishery; Kaliningrad State Technical University; Kaliningrad, Soviet Avenue, 1; karina.konovalova@klgtu.ru

**Alexey A. Bykov** – Postgraduate Student of the Department of Commercial Fishery; Kaliningrad State Technical University; Kaliningrad, Soviet Avenue, 1; bykov@intechfuture.ru

