

## Изменения линейных характеристик канатов в процессе их длительного хранения в различных условиях

EDN XPDINI, DOI: 10.37663/0131-6184-2023-4-

Научная статья  
УДК 629.12

**Мизюркин Михаил Алексеевич** – доктор технических наук, профессор, Главный научный сотрудник Лаборатории промышленной гидроакустики, технологий лова и технических средств аквакультуры, @ mizmih@mail.ru, Владивосток, Россия;

**Савченко Андрей Евгениевич** – заместитель генерального директора по производству ООО «Приморрыбснаб», @ tral-azimut@mail.ru, Владивосток, Россия

**Шабельский Дмитрий Леонидович** – ведущий специалист сектора орудий лова, @ dmitriy.shabelsky@tinro.ru, Владивосток, Россия;

**Ваккер Никита Леонидович** – кандидат технических наук, Заведующий сектором орудий лова, @ vakker@mail.ru, Владивосток, Россия;

**Волотов Виктор Михайлович** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник сектора орудий лова, @ viktor.volotov@tinro-center.ru, Владивосток, Россия

**Аверков Виталий Нинелович** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории минтая и сельди, @ vitaliy.averkov@tinro.ru, Владивосток, Россия –

Тихоокеанский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО (»ТИНРО»))

**Адрес:** 690091, г. Владивосток, переулок Шевченко, дом 4

### Аннотация.

Осуществлен анализ изменения линейных характеристик канатов, изготовленных из полиамида, полипропилена и полиэтилена, которые были разбиты на три группы. В каждую группу входили вышеперечисленные канаты. С этими группами имитировали технологию хранения в течение двух лет в различных условиях, после воздействия на них однократной нагрузки, примерно равной половине разрывной нагрузки каждого типа каната.

### Ключевые слова:

изменение линейных характеристик, полиамид, полипропилен, полиэтилен, технология хранения

### Для цитирования:

Мизюркин М.А., Савченко А.Е., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Волотов В.М., Аверков В.Н. Изменения линейных характеристик канатов в процессе их длительного хранения в различных условиях // Рыбное хозяйство. 2023. № 4. С. EDN XPDINI, DOI: 10.37663/0131-6184-2023-4-



## CHANGES IN THE LINEAR CHARACTERISTICS OF ROPES DURING THEIR LONG-TERM STORAGE IN VARIOUS CONDITIONS

**Mikhail A. Mizyurkin** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher Laboratory of Commercial Hydroacoustics, Fishing Technologies and Aquaculture Equipment, @ mizmih@mail.ru, Vladivostok, Russia;  
**Andrey E. Savchenko** – Deputy General Director for Production of Primorriysnast LLC, @ tral-azimut@mail.ru, Vladivostok, Russia  
**Dmitry L. Shabelsky** – leading specialist in the fishing gear sector, @ dmitriy.shabelsky@tinro.ru, Vladivostok, Russia;  
**Nikita L. Vakker** – Candidate of Technical Sciences, Head of the Fishing gear sector, @ vakker@mail.ru, Vladivostok, Russia;  
**Viktor M. Volotov** – Candidate of Technical Sciences, leading researcher of the fishing gear sector, @ viktor.volotov@tinro-center.ru, Vladivostok, Russia  
**Vitaly N. Averkov** – Candidate of Technical Sciences, leading researcher at the Pollock and herring Laboratory, @ vitaliy.averkov@tinro.ru, Vladivostok, Russia –  
*Pacific Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Pacific Branch of VNIRO (TINRO))"*  
Address: 4 Shevchenko Lane, Vladivostok, 690091

**Annotation.** The analysis of changes in the linear characteristics of ropes made of polyamide, polypropylene and polyethylene, which were divided into three groups, was carried out. Each group included the above ropes. With these groups, storage technology was simulated for two years under various conditions after exposure to a single load, approximately equal to half of the breaking load of each type of rope.

**Keywords:**

change of linear characteristics, polyamide, polypropylene, polyethylene, storage technology

**For citation:**

Mizyurkin M.A., Savchenko A.E., Shabelsky D.L., Wacker N.L., Volotov V.M., Averkov V.N. Changes in linear characteristics of ropes during their long-term storage in various conditions // Fisheries. 2023. No. 4. S. EDN XPDINI, DOI: 10.37663/0131-6184-2023-4-



**Рисунок 1.** Улов минтая прядка 100 т промысловым судном БАТМ Березина

**Figure 1.** The catch of pollock strand 100 tons by the fishing vessel BATM Berezina

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время основные объемы рекреационного вылова рыб и беспозвоночных осваиваются тралями, изготовленными из синтетических материалов и эксплуатируемыми в течение нескольких лет. В процессе многолетней эксплуатации происходят изменения линейных размеров элементов трала [1; 2]. При взятии больших уловов (рис. 1) крупнотоннажными судами типа БАТМ (рис. 2) происходят существенные изменения размера ячеей в рубаш-

ке и каркасах, из которых формируется траловый мешок. На фабриках орудий лова широко практикуется изготовление рубашки и каркаса в траловых мешках из различных материалов, например, рубашка – из полиамида, а каркас – из полиэтилена или полипропилена (рис. 3). Как видно из рисунка 3, в траловом мешке, изготовленном из полиамида и полиэтилена, произошло существенное перекрытие ячеей рубашки канатными элементами ячеей каркасов, что, несомненно, привело к снижению селективных качеств тралового мешка. В связи с этим нами проведены исследования по выявлению воздействия нагрузки и факторов окружающей среды на деформацию канатов, изготовленных из полиамида, полипропилена и полиэтилена, при хранении их в различных условиях в течение длительного времени.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В период со 2 февраля 2021 г. по 21 февраля 2023 г. были проведены исследования изменения линейных канатов, изготовленных из полиамида (ПА), полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ), которые были разбиты на три группы канатов.

Первая группа канатов хранилась в металлическом ангаре, в котором температура и влажность воздуха зависели от параметров внешней среды. Следующие две группы хранили на открытом воздухе, под воздействием на них всех метеорологических условий (инсоляция, температура, влажность, туман, снег, дождь и т.д.). При этом канаты второй группы были размещены так, чтобы на них не попадали солнечные лучи. На канаты третьей группы воздействовали вышеперечисленные ме-

теоретические условия и солнечные лучи. В начале эксперимента канаты второй и третьей групп несколько суток выдерживали в морской воде и подвергали их однократной нагрузке, примерно равной половине разрывной нагрузки каждого типа каната. Методика проведения эксперимента подробно изложена в статье, опубликованной в журнале «Рыбное хозяйство» в 2022 г. [2].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рисунке 4 показаны изменения среднего значения длин полиамидных канатов, которые хранились в различных условиях.

В течение двухлетнего периода наблюдений за изменением среднего значения длины полиамидных канатов, хранящихся в металлическом ангаре (группа 1), отмечена некоторая зависимость изменения длины от изменения температуры воздуха в ангаре. Так например, начиная с 3 февраля 2021 г., при температуре -16,30, среднее значение длины канатов составляло 1009,4 мм, а 19 июля 2021 г., при температуре +23,50, значение средней длины составило 1020,9 мм, т.е. за этот промежуток времени полиамидные канаты, хранящиеся в металлическом ангаре удлинились на 1,1%. В дальнейшем, с понижением температуры воздуха, отмечено уменьшение средней длины канатов. Так, 20 января 2022 г., при температуре воздуха -14,60, средняя длина канатов составила 1014,1 мм, т.е. канаты уменьшились на 0,7%, по сравнению с длиной канатов, измеренных в июле 2021 года. Следующий пик увеличения средней длины канатов, с ростом температуры, отмечен 05 июля 2022 г. при

температуре воздуха +21,70, когда средняя длина канатов составила 1024,2 мм, т.е. канаты удлинились на 1,0%, по сравнению с предыдущим измерением. В день завершения двухгодичного цикла наблюдений 21 февраля 2023 г., при температуре воздуха в ангаре -7,00, средняя длина канатов составила 1018,7 мм, что указывает на уменьшение длины канатов на 0,5%, по сравнению с длиной канатов, измеренных в июле 2022 года.

Корреляция между температурой воздуха во время измерения и величиной средней длины канатов показана на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, корреляция между температурой воздуха во время измерения и величиной средней длины канатов ПА положительная, при повышении температуры воздуха чаще наблюдается увеличение средней длины полиамидного каната, в пределах 1009-1024 мм, т.е. не более 1,5% от длины каната. Значение корреляции, рассчитанное в программе Microsoft Excel при помощи функции КОРРЕЛ (массив 1, массив 2), равно 0,61, что отражает слабую коррелированность описываемых параметров, при выраженной тенденции увеличения длины каната при повышении температуры воздуха.

Рассматривая в целом изменение средней длины полиамидных канатов, хранящихся в металлическом ангаре (группа 1), в период наблюдений со 2 февраля 2021 г. по 21 февраля 2023 г., отмечаем их удлинение на 0,9%.

Среднее значение длины полиамидных канатов, хранящихся в тени (группа 2) и под открытым небом (группа 3), при воздействии на них однократной нагрузки 3 февраля,



Рисунок 2. Большой автономный траулер морозильный БАТМ Березина

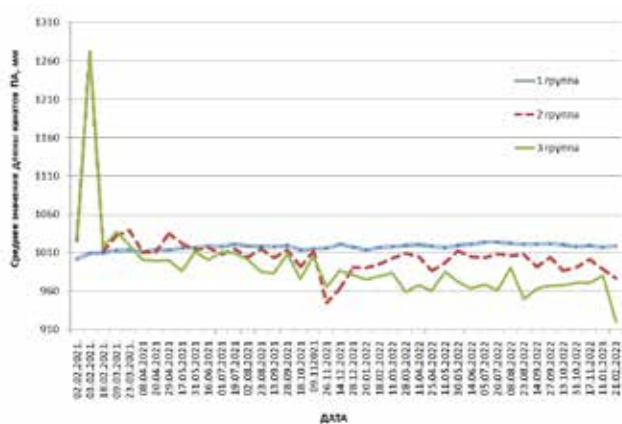
Figure 2. Large autonomous trawler freezing BATM Berezina





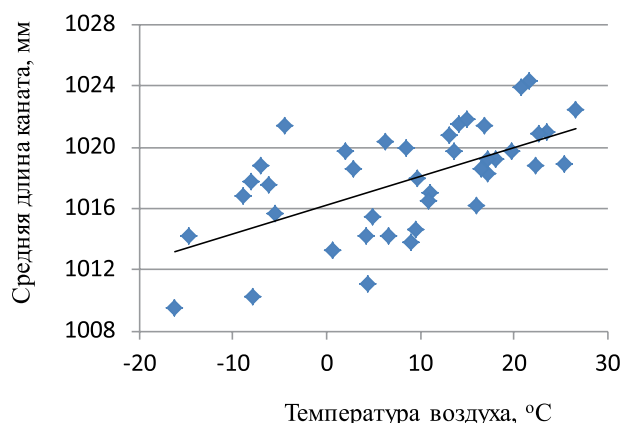
**Рисунок 3.** Внешний вид тралового мешка с большим уловом

**Figure 3.** Appearance of a trawl bag with a large catch



**Рисунок 4.** Изменение среднего значения длины полиамидных канатов при их имитации хранения в различных условиях

**Figure 4.** Change in the average length of polyamide ropes during their simulated storage under various conditions



**Рисунок 5.** Корреляция между температурой воздуха во время измерения и величиной средней длины канатов ПА

**Figure 5.** Correlation between the air temperature during the measurement and the value of the average length of the ropes

существенно увеличилось в длину на 245,9 и 241,7 мм, соответственно (рис. 4). После воздействия на канаты 2-й и 3-й групп однократной нагрузки, их 6 февраля разместили в тени и под открытым небом, соответственно, и с 18 февраля 2021 г. приступили к промерам, согласно методики, описанной в работах В.Н. Войниканиса-Мирского [3] и А.И. Трещева и др., [4]. К этому времени у канатов 2-й группы их средняя длина сократилась до 1012,1 мм, а 3-й группы – до 1017,5 мм. В дальнейшем средние значения длин этих канатов в процессе хранения уменьшались, совершая при этом колебания, как в сторону увеличения, так и уменьшения в разные периоды наблюдений. Увеличение длин канатов чаще всего происходило тогда, когда на дату промера отмечалась высокая влажность воздуха или канаты были влажными после выпавших осадков непосредственно перед промерами. Если перед датой промера стояли солнечные дни и влажность воздуха была не высокой, отмечали колебания в сторону уменьшения средней длины канатов. Так например, за 2 суток перед промерами канатов 29 апреля прошли дожди, которые шли порядка 24 часов, и после этого в течение суток была солнечная погода. Канаты, хранящиеся в тени (группа 2) были мокрыми и показали увеличение длины на 24 мм, по сравнению с промерам 20 апреля 2021 года. При этом канаты 3 группы, находясь под открытым небом, успели просохнуть и фактически показали те же размеры, что и в предыдущем измерении (рис. 4). В дальнейшем перед промерами 17 мая 2021 г. стояли солнечные дни и канаты 2-й и 3-й групп уменьшились по длине на 13 и 14 мм, соответственно. Исключением отмечены результаты промеров для полиамидных канатов 26 ноября 2021 г., когда перед промерами прошел ледяной дождь, и канаты 2-й и 3-й групп были мокрыми и подмороженными и уменьшились в размерах на 67,6 и 39,6 мм, соответственно, по сравнению с измерениями 9 ноября. По завершению промеров 21 февраля 2023 г., длина полиамидных канатов 2-й группы составила 977,3 мм, а 3-й группы – 950,9 мм, т.е. канаты стали короче на 3,4 и 6,5%, соответственно, по сравнению с длиной канатов 18 февраля 2021 года. Сравнивая изменения средней длины полиамидных канатов 2-й и 3-й групп с канатами 1-й группы, в течение двухлетнего эксперимента (рис. 4), можно отметить, что после воздействия на канаты однократной нагрузки, канаты 2-й группы постепенно укорачивались и стали короче канатов контрольной группы (группа 1), начиная с 31 мая (через 102 суток) и до конца измерений. Канаты, хранящиеся под открытым небом (группа 3) стали короче, начиная с 8 апреля 2021 года, т.е. на 49 суток раньше, чем канаты 2-й группы.

Обобщая наблюдения за изменениями средней длины полиамидных канатов, хранящихся в тени (группа 2) и под открытым небом

(группа 3), необходимо отметить, что после применения однократной нагрузки 3 февраля 2021 г., и наблюдая за ними в течение двух лет, средняя длина канатов постепенно уменьшалась, а их средняя длина оказалась короче среднего первоначального значения. Полиамидные канаты 2-й группы стали короче на 4,8%, а канаты 3-й группы – на 7,7%.

У полипропиленовых канатов, хранящихся в ангаре (группа 1), не отмечено существенных изменений их средней длины в период наблюдений, которое в среднем составляло порядка 1000 мм (рис. 6). Эти изменения происходили в пределах 1 мм, что сравнимо с ошибкой измерения.

Среднее значение длины полипропиленовых канатов, хранящихся в тени (группа 2) и под открытым небом (группа 3), при воздействии на них однократной нагрузкой 3 февраля, произошло существенное удлинение канатов на 68,2 и 68,3 мм, соответственно, (рис. 6). После воздействия на канаты 2-й и 3-й групп однократной нагрузки, их 6 февраля разместили в тени и под открытым небом, соответственно, и с 18 февраля 2021 г. приступили к промерам, согласно методике.

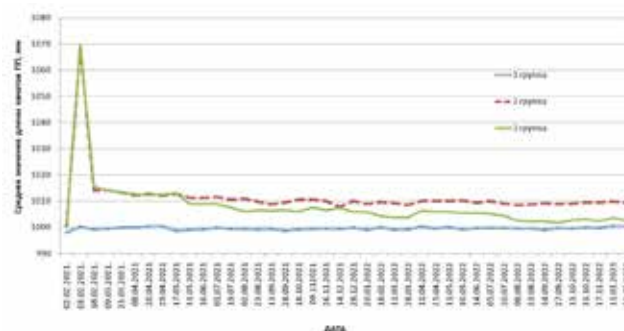
К этому времени у канатов 2-й группы их средняя длина сократилась до 1014,0 мм. Хранящиеся в тени, полипропиленовые канаты в течение времени постепенно уменьшались в длине и к 23 августа 2021 г. достигли длины 1010 мм. В дальнейшем, до конца исследований, средняя длина канатов во время измерений колебалась от 1011 до 1009 мм и в среднем оставалась в пределах длины 1010 мм. К первоначальному значению 1000,6 мм, которое было зафиксировано 2 февраля 2021 г., после применения однократной нагрузки и хранения их в тени в течение двух лет, канаты 2-й группы не вернулись и остались при длине 1009,4 мм.

После размещения 18 февраля 2021 г. полипропиленовых канатов 3-й группы под открытым небом их длина составляла 1015,6 мм (рис. 6). В дальнейшем, средние значения длин этих канатов, в процессе хранения, уменьшались, совершая при этом незначительные колебания, как в сторону увеличения, так и уменьшения в разные периоды наблюдений, зависящие от влажности канатов, как отмечено выше. По завершении промеров 21 февраля 2023 г., длина полипропиленовых канатов 3 группы составила 1002,6 мм.

Обобщая наблюдения за изменениями средней длины полипропиленовых канатов, хранящихся в тени (группа 2) и под открытым небом (группа 3), необходимо отметить, что после применения однократной нагрузки и наблюдая за ними в течение двух лет, средняя длина канатов постепенно уменьшалась, но при этом их величина оказалась больше среднего первоначального значения. Полипропиленовые канаты 2-й группы остались длиннее на 0,9%, а канаты 3-й группы – на 0,1%.

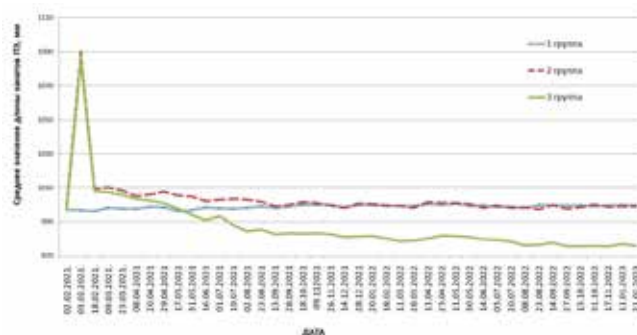
За двухлетний период наблюдений среднее значение длины у полиэтиленовых канатов 1-й группы (рис. 7), хранящихся в ангаре, не отмечено существенных изменений их средней длины, которое в среднем составляло порядка 1000 мм. Эти изменения происходили в пределах 1 мм, что сравнимо с ошибкой измерения.

Среднее значение длины полиэтиленовых канатов, хранящихся в тени (группа 2) и под



**Рисунок 6.** Изменение среднего значения длины полипропиленовых канатов при имитации их хранения в различных условиях

**Figure 6.** Change in the average length of polypropylene ropes when simulating their storage in various conditions



**Рисунок 7.** Изменение среднего значения длины полиэтиленовых канатов при имитации их хранения в различных условиях

**Figure 7.** Change in the average length of polyethylene ropes when simulating their storage in various conditions

открытым небом (группа 3), при воздействии на них однократной нагрузкой 3 февраля, произошло существенное удлинение канатов на 90,3 и 87,9 мм, соответственно.

После воздействия на канаты 2-й и 3-й групп однократной нагрузки, их 6 февраля разместили в тени и под открытым небом, соответственно, и с 18 февраля 2021 г. приступили к промерам, согласно методики. К этому времени у канатов 2-й группы их средняя длина сократилась до 1009,4 мм (рис. 7). Находящиеся в тени полиэтиленовые канаты в течение времени постепенно уменьшались

в длину и к 13 сентября 2021 г. достигли длины 999,4 мм, практически сравнявшись со средней длиной канатов 1-й группы. В дальнейшем, до конца исследований, средняя длина канатов 2-й группы, во время измерений, колебалась от 1001,8 до 997,6 мм, оставаясь в пределах длины 999,4 мм. К первоначальному значению 1000 мм, до применения однократной нагрузки и хранения их в тени в течение двух лет, канаты 2-й группы практически вернулись и остались при длине 999,3 мм.

Как отмечено выше, после воздействия на полиэтиленовые канаты 3-й группы однократной нагрузки, их 6 февраля разместили под открытым небом и с 18 февраля 2021 г. приступили к промерам, согласно методики. К этому времени у канатов 3-й группы их средняя длина сократилась до 1008,2 мм. Хранящиеся под открытым небом, полиэтиленовые канаты в течение времени постепенно уменьшались в длину и к 17 мая 2021 г. достигли длины 997,8 мм, практически сравнявшись со средней длиной канатов 1-й группы. В дальнейшем, средние значения длин этих канатов, в процессе хранения, уменьшались, совершая при этом незначительные колебания, как в сторону увеличения, так и уменьшения, в разные периоды наблюдений, зависящие от влажности канатов. По завершении промеров 21 февраля 2023 г. длина канатов 3 группы составила 976,0 мм.

Обобщая наблюдения за изменениями средней длины полиэтиленовых канатов, хранящихся в тени (группа 2) и под открытым небом (группа 3), необходимо отметить, что после применения однократной нагрузки и наблюдения за ними в течение двух лет, средняя длина канатов постепенно уменьшалась. При этом канаты 2-й группы на определенном этапе, как отмечено выше, достигли длины первоначального значения и до конца эксперимента практически не менялись. От начала и до конца эксперимента полиэтиленовые канаты 3-й группы уменьшались в длину и их средняя длина оказалась короче среднего первоначального значения на 2,2%.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При хранении в течение двух лет в металлическом ангаре линейные размеры полиамидных канатов удлинились на 0,9%. Линейные размеры полипропиленовых и полиэтиленовых канатов сохранились практически без изменения.

2. В результате применения однократной нагрузки и хранения канатов в тени в течение двух лет, полиамидные канаты 2-й группы стали короче среднего первоначального значения на 4,8%, полипропиленовые канаты 2-й группы остались длиннее первоначального значения на 0,9%, полиэтиленовые канаты достигли длины первоначального значения и до конца эксперимента практически не менялись.

3. В результате применения однократной нагрузки и хранения канатов под открытым небом в течение двух лет, полиамидные канаты 3-й группы стали короче среднего первоначального значения на 7,8%, полипропиленовые канаты остались длиннее первоначального значения на 0,1%, а полиэтиленовые канаты стали короче на 2,2%.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Вклад авторов в работу: М.А. Мизюркин – идея работы, окончательная проверка статьи; А.Е. Савченко – идея работы, сбор и анализ данных; Д.Л. Шабельский, Н.Л. Ваккер, В.М. Волотов, В.Н. Аверков – сбор и анализ данных, подготовка статьи, подготовка 3D моделей.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: M. A. Mizyrkin – the idea of the work, the final verification of the article; A.E. Savchenko – the idea of the work, data collection and analysis; D.L. Shabelskii, N.L. Vakker, V.M. Volotov, V.N. Averkov – data collection and analysis, preparation of the article, preparation of 3D models.*

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Кручинин О.Н., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Захаров Е.А. Исследование линейных характеристик ячеи и канатных элементов, формирующих оболочку трала 104/576 м // Мат-лы VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 125-137.
2. Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Волотов В.М. Динамика изменения линейных характеристик канатов в процессе хранения в различных условиях // Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 90-96. DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-90-96.
3. Войниканис-Мирский В.Н. Технология постройки орудий промышленного рыболовства. М.: Пищевая промышленность. 1971. 272 с.
4. Трещев А.И., Ефанов С.Ф., Степанов Г.Н., Карпенко Э.А., Дудов В.И. Методические указания по сбору данных по селективности тралов и травматической гибели рыб, прошедших сквозь ячею кутка. М: ВНИРО. 1983. 22 с.

### REFERENCES AND SOURCES

1. Savchenko A.E., Mizyrkin M.A., Kruchinin O.N., Shabelsky D.L., Wacker N.L., Zakharov E.A. (2021). Investigation of linear characteristics of mesh and rope elements forming the shell of the trawl 104/576 m // Mat-ly VI International Scientific-technical. conf. of students, postgraduates and young scientists. Vladivostok: Dalrybvtuz. Pp. 125-137. (In Russ.).
2. Savchenko A.E., Mizyrkin M.A., Shabelsky D.L., Wacker N.L., Volotov V.M. (2022). Dynamics of changes in linear characteristics of ropes during storage in various conditions // Fisheries. No. 3. Pp. 90-96. DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-90-96 (In Rus., abstract in Eng.).
3. Voynikanis-Mirsky V.N. (1971). Technology of construction of tools for industrial fishing. M.: Food industry. 272 p. (In Russ.).
4. Treshchev A.I., Efanov S.F., Stepanov G.N., Karpenko E.A., Dudov V.I. (1983). Methodological guidelines for collecting data on the selectivity of trawls and traumatic death of fish that have passed through the mesh of the cut. Moscow: VNIRO. 22 p. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 29.05.2023

Принят к публикации / Accepted 17.07.2023