Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 77, № 3. С. 29–37.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья
УДК 664.2.074:621.317 DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-77-02 EDN: CIGCNV

Метрологическое обеспечение процесса хранения и перевозки (транспортирования) мороженой рыбы

Анна Лобсановна Блинова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия
blinova.al@dgtru.ru

Аннотация. Анализируются вопросы метрологического обеспечения процессов хранения и перевозки (транспортирования) мороженой рыбы как критически значимых элементов сохранения качества и безопасности продукта. На основе рассмотренных нормативных документов выбраны параметры хранения мороженой рыбы и представлена система метрологического обеспечения процессов, включающая выбор средств измерений температурно-влажностного режима с учетом минимизации метрологических погрешностей, определение точек размещения средств измерений в морозильных камерах, а также описание процедур подтверждения соответствия средств измерений. Результаты работы могут быть применены при построении системы метрологического обеспечения исследуемых процессов, а также разработке внутренних документов предприятий (СТО, инструкций, метрологических рекомендаций) по хранению и перевозке мороженой рыбы.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, мороженая рыба, хранение, транспортирование, средства измерений, погрешности измерений, качество, безопасность

Для цитирования: Блинова А. Л. Метрологическое обеспечение процесса хранения и перевозки (транспортирования) мороженой рыбы // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 77, № 3. С. 29–37.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 77, no. 3. P. 29–37.

FOOD SYSTEMS

Original article

Metrological support for the storage and transportation process (transportation) of frozen fish

Anna L. Blinova
Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia
blinova.al@dgtru.ru

Abstract. The article analyzes the issues of metrological support for the storage and transportation (shipping) of frozen fish as critical elements for maintaining the quality and safety of the product. Based on the reviewed regulatory documents, the parameters for storing frozen fish have been selected, and a system of metrological support for the processes has been presented, including the selection of temperature and humidity measurement tools to minimize metrological errors, the determination of the locations of the measurement tools in the freezing chambers, and the description of the procedures for confirming the compliance of the measurement tools.

© Блинова А. Л., 2026

The results of the work can be applied in the construction of a metrological support system for the processes under study, as well as in the development of internal documents for enterprises (standards, instructions, and metrological recommendations) on the storage and transportation of frozen fish.

Keywords: metrological support, frozen fish, storage, transportation, measuring instruments, measurement errors, quality, safety

For citation: Blinova A. L. Metrological support for the storage and transportation process (transportation) of frozen fish. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 77(3):29–37. (In Russ.).

Введение

Одним из способов сохранения качества и безопасности рыбы является замораживание, которое представляет собой «технологический процесс понижения температуры рыбы ниже криоскопической, сопровождаемый льдообразованием, до достижения температуры в теле рыбы или толще блока не выше минус 18 °С» [1]. Мороженая рыба имеет высокую чувствительность к нарушениям условий ее хранения и транспортирования, особенно к несоблюдению температурно-влажностного режима, установленного в нормативных документах по техническому регулированию и метрологии. Отклонения от установленных параметров хранения приводят к активизации микробиологических и физико-химических процессов, потере потребительских качеств продукции и экономическим потерям. На современных рынках в условиях глобального товарооборота повышаются требования к качеству и безопасности пищевых продуктов, что требует своевременного принятия управленческих решений при любых отклонениях, получаемых, в том числе, на основе измерительной информации. Измерительная информация может быть полной (достаточной для принятия решений), точной (приближенной к действительному значению), достоверной (однозначно интерпретированной), своевременной (поступает в момент, необходимый для принятия решения), актуальной (соответствует состоянию на момент принятия решения) только при соответствующем метрологическом обеспечении технологических процессов, в том числе этапов хранения и транспортирования мороженой рыбы.

Согласно «Концепции создания и развития метрологического обеспечения физико-химических измерений, выполняемых в области пищевой промышленности», метрологическое обеспечение представляет собой «совокупность элементов и процессов, направленных на получение измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми и достаточными для выработки решений и достижения оптимального качества» [2].

Состояние метрологического обеспечения предприятий рыбной отрасли зависит от уровня:

- нормативной базы (метрологических стандартов, методик измерений и испытаний, методик поверки и калибровки технических приборов);
- технической базы (лабораторного оборудования, состояния средств измерений (СИ), стандартных образцов, эталонов для калибровки СИ);
- системы организации работ по метрологическому обеспечению технологических процессов (планирование, выбор, техническое обслуживание и подтверждение соответствия СИ, квалификация персонала).

Практика применения положений нормативных документов свидетельствует о недостаточной унификации метрологических процедур для обеспечения контроля температурно-влажностного режима хранения и транспортирования мороженой рыбы.

Техническая составляющая метрологического обеспечения испытывает недостаток информации о мировых тенденциях развития современных методов и средств, предназначенных для метрологической прослеживаемости, а также методов и средств информатизации измерительных процедур. Несовершенство технических средств контроля рыбной продукции приводит к тому, что на российском рынке может иметь место продукция с пониженными показателями качества, а также фальсифицированная.

Система метрологического обеспечения на предприятии должна включать план работ по приобретению средств контроля и испытаний, периодическое подтверждение их соответствия, приобретение современных холодильных камер, метрологической экспертизе технологической документации, подготовке и повышению компетенций персонала, способного работать с высокотехнологичными средствами измерений и современным лабораторным оборудованием.

Цель работы: разработать дополнительные метрологические процедуры, применение которых повысит достоверность измерений, направленных на обеспечение режимов хранения и перевозки мороженой рыбы для сохранения ее качества и безопасности.

Поставленные задачи:

1. Провести анализ нормативных требований, устанавливающих условия хранения и перевозки мороженой рыбы, и представить его в виде схемы холодовой цепи.

2. Обосновать выбор и размещение СИ для контроля хранения и перевозки мороженой рыбы, минимизировать действие источников метрологических погрешностей СИ.

3. Уточнить порядок применения форм подтверждения соответствия используемых СИ.

4. Дать практические рекомендации по оптимизации метрологического обеспечения процессов хранения и перевозки мороженой рыбы.

Объектом исследования являются процессы хранения и перевозки мороженой рыбы, к которой установлен режим хранения не выше минус 18 ºС.

Предметом исследования является метрологическое обеспечение процессов хранения и перевозки мороженой рыбы в промышленных и складских условиях (контроль влажности и температуры, выбор необходимых средств измерений с учетом источников метрологических погрешностей и др.).

Методы исследования: анализ нормативных документов, содержащих требования к хранению и транспортированию мороженой рыбы, системный анализ при построении схемы «холодовой цепи», метрологический анализ при выборе средств измерений, аналитический анализ при разработке рекомендаций по оптимизации режимов хранения и перевозки.

Результаты исследования

Первым этапом метрологического обеспечения сохранения качества и безопасности мороженой рыбы является определение параметров процессов ее хранения и перевозки. Для этого проведен анализ требований нормативных документов, содержащих количественные значения измеряемых параметров и условий хранения и перевозки мороженой рыбы, и определены значения этих параметров согласно разработанной схеме холодовой цепи, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Схема холодовой цепи на этапах хранения и транспортирования мороженой рыбы

Table 1

Cold chain diagram at the stages of storage and transportation of frozen fish

Этап холодовой цепи	Режим температуры и условий хранения	Метрологические средства контроля	Нормативные требования
1. Добыча и заморозка на судне	Температура не выше минус 18 ºС, упаковка (глазурь, вакуум), маркировка партий	Температурные датчики на линиях заморозки, термометры для контроля температуры внутри рыбы	Требования ТР ЕАЭС 040 раздел VI п. 31, ГОСТ 35273 п. 4.4.3 [3, 4]
2. Хранение на рефрижераторных судах	Температура хранения в трюмах не выше минус 18 ºС, перед погрузкой выгрузкой не выше минус	Встроенные датчики температуры воздуха,	Требования ТР ЕАЭС 040, Инструкция п.п. 2.4.2.2 [5]

и береговых холодильниках	20 ºС, минимизация колебаний (±1°), разделение партий по дате вылова и заморозки, размещение партий по грузовым картам	термометры, ежесменный контроль показаний приборов	
3. Перевозка мороженой рыбы	Перевозка в рефрежираторных судах, рефконтейнерах при температуре не выше минус 18 ºС, в рефрижераторных вагонах и автомобилях не выше минус 15 ºС	Датчики температуры с регистрацией времени, бортовые системы взвешивания для контроля веса, составление актов при выявлении нарушений	Требования ТР ЕАЭС 040, РД 31.11.25.28 п. 6.22 [6]
4. Хранение на складе-рефрижераторе	Отдельные зоны хранения с температурой не выше минус 18 ºС и влажностью (90–95) %	Централизованная система контроля температуры и влажности (SCALA-датчики), гигрографы, журналы регистрации режима работы рефрижераторной установки и температуры хранения	Требования ТР ЕАЭС 040. Хранение грузов в рефконтейнере [7]
5. Хранение на оптовых складах/в розничной сети	Склады класса А в морозильных камерах и витринах, минимизация их открывания с температурой не выше минус 18 ºС, влажностью (90–94) %; в холодильнике для торговых залов температура хранения от 0 до 8 ºС не более 3 часов, в низкотемпературном холодильнике 8 ºС не более 3 суток	Термометры, гигрометры, встроенные датчики, ежедневный замер и регистрация в журнале	Требования ТР ЕАЭС 040. Инструкция по хранению... п. 3.2, п. 3.5 [8]
6. Хранение у конечного потребителя (изготовитель, предприятие общепита и др.)	Входной контроль температуры рыбы и сопроводительных документов	Контактные термометры/термопары для замера температуры внутри рыбы	Требования ТР ЕАЭС 040, ТР ТС 021 [9] к обеспечению качества и безопасности при хранении

Из содержания таблицы следует, что для хранения и перевозки мороженой рыбы по всей холодовой цепи в нормативных документах установлены идентичные условия: температурный режим не выше минус 18 ºС, оптимальная влажность (90–94) %. Допускается кратковременное хранение при температуре минус 10 ºС, но при условии дальнейшей оценки длительности нахождения рыбы при такой температуре и сопоставлении с допустимыми сроками для конкретного вида рыбы в соответствии с нормативным документом. При превышении допустимого режима хранения необходимо оформить данное несоответствие и принять решение о дополнительной проверке качества рыбы, ограничении поставки или иные действия согласно внутренним процедурам системы ХАССП.

При контроле показаний температуры и влажности в местах хранения мороженой рыбы необходимо учитывать источники метрологических погрешностей измерений, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Основные источники метрологических погрешностей при контроле параметров хранения мороженой рыбы

Table 2

Main sources of metrological errors in the control of storage parameters of frozen fish

Источник погрешности	Краткое описание
1. Инструментальная погрешность термометров/гигрометров	Максимально допустимая погрешность: для термометров не должна превышать ±0,5 °С, для гигрометров ±3 %; дрейф калибровки (изменение поверочных характеристик датчиков со временем требует метрологической аттестации на постоянной основе); нелинейность шкалы (критична в диапазоне низких температур (в том числе минус 18 ºС)
2. Дополнительная погрешность, вызванная условиями среды (конденсат на датчиках или их обледенение)	При влажности (95–98) ±1 % появляющийся конденсат изменяет теплопроводность; при температурах ниже минус 18 ºС лед на датчиках занижает показания из-за дополнительной теплоизоляции
3. Методическая погрешность	Термическая инерция датчиков дает запоздалые показания, что критично при резких изменениях режима; дискретность измерений (редкий контроль) приводит к пропуску кратковременных отклонений параметров режима
4. Субъективная погрешность (человеческий фактор)	Погрешность установки датчиков (разное температурное поле в зонах холодильных камер (верх-низ, у стены - в центре, у вентиляционных выходах); несоблюдение глубины погружения датчика при контроле температуры внутри рыбы, ошибки при считывании показаний приборов, неправильная интерпретация данных при неравномерном распределении температуры, несоблюдение межповерочных интервалов СИ, непроведение калибровки и верификации

Из содержания таблицы следует, что составляющими источников метрологической погрешности являются: инструментальная, дополнительная, методическая и субъективная.

При хранении мороженой рыбы измерению и контролю подлежат температура, влажность, время, а также показатели качества и безопасности, которые определяются при испытании образцов рыбы при длительном сроке ее хранения.

Важным фактором получения достоверной измерительной информации является правильный выбор СИ, своевременная их поверка, периодическая калибровка и верификация.

При выборе СИ следует учитывать их метрологические характеристики, место размещения (непосредственно на самой продукции, вблизи или на расстоянии от нее, использование переносных СИ), условия среды в холодильных камерах (воздействие на приборы как самой продукции, так и влаги, агрессивных моющих и дезинфицирующих средств). Целесообразно устанавливать приборы с высокой степенью защиты от влаги и агрессивных средств, а также защищенные от попадания пыли. Чем более надежны СИ в процессе эксплуатации, тем меньше вероятности, что их метрологические характеристики выйдут за установленные границы и потребуется дополнительная поверка (калибровка). Следует помнить, что СИ требуют технического обслуживания и ремонта, поэтому необходимо обеспечить к ним свободный доступ. Если применяются импортные измерительные приборы, то до закупки необходимо убедиться в возможности их обслуживания фирмой-изготовителем.

Диапазон измерений и точность СИ для измерения параметров хранения мороженой рыбы должны быть:

- температура воздуха: диапазон измерений от минус 30 до плюс 10 ºС, максимально допустимая погрешность ±0,5 °С;

- температура в толще рыбы: диапазон измерений от минус 30 до плюс 5 °С, максимально допустимая погрешность ±0,5 °С;

- относительная влажность: диапазон измерений от 70 до 100 %, допустимая погрешность ±3 %.

Типы рекомендуемых СИ для низкотемпературных режимов хранения мороженой рыбы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Преимущества и ограничения при выборе СИ для измерения параметров хранения рыбы

Table 3

Advantages and limitations when choosing SI for measuring fish storage parameters

Тип СИ	Конструктивные требования	Преимущества	Ограничения
1. Термометры сопротивления	Защита от влаги и конденсата: класс защиты не ниже IP65, морозостойкость материалов, сохраняющих свою стойкость при минус 30 °С, стабильность показаний при высокой влажности	Высокая точность ± (0,1–0,2) °С, стабильность при минус 30 °С	Требуют регулярной калибровки
2. Термопары	Материал: медь-константан, защита от влаги	Диапазон измерений до минус 200 °С	Меньшая точность±(0,5–1) °С нестабильность термоэлектродов во времени
3. Цифровые датчики с выводом данных (термографы)	Морозостойкость материалов, сохраняющих стойкость при минус 30 °С	Дистанционный контроль с помощью записи, высокая точность	Проверка на эксплуатацию при минус 30 °С
4. Гигрометры/психрометры	Защита от влаги и конденсата: класс защиты не ниже IP64, морозостойкость материалов, сохраняющих свою стойкость при минус 30 °С, стабильность показаний при высокой влажности	Надежность при низких температурах	Ручное считывание, наличие квалифицированного персонала

Из содержания таблицы следует, что рекомендуемые СИ имеют сходные требования: конструктивные требования в части применения морозостойких материалов, стабильности работы при низких температурах.

Кроме того, при выборе СИ следует учитывать дополнительные требования для низкотемпературных режимов:

- температура в морозильных камерах может колебаться на ±2 °С между зонами (верх-низ, центр-стена), поэтому правильно устанавливать не менее трех датчиков в каждой зоне, соблюдая размещение, позволяющее контролировать наиболее критичные зоны (на высоте от пола для датчиков контроля воздуха – 1,5 м, минимальный отступ от стен – 0,3 м и в центре каждого штабеля рыбы на глубине половины высоты штабеля;

- при повышенной влажности устанавливать датчики с гидрофобным покрытием и защитным кожухом, стационарные для измерения температуры воздуха и съемные игольчатые для контроля температуры рыбы;

- при частом обледенении приборов регулярно их размораживать или использовать датчики с подогревом чувствительного элемента;

- при изменении теплопроводности датчиков из-за обледенения производить очистку с последующей верификацией измеренных параметров.

Требования по верификации термоизмерительных приборов, используемых при хранении мороженой рыбы, содержатся в ГОСТ Р 56941 [10], основном нормативном документе, предназначенном именно для термоизмерительных приборов в холодильной цепи. Требования стандарта изложены в табл. 4.

Таблица 4

Верификация СИ для практического применения при хранении мороженой рыбы

Table 4

Verification of SI for practical application for storage of frozen fish

Параметр	Требования
1. Тип СИ	Термометры (для измерения температуры воздуха в камерах хранения), термометры для измерения температуры мороженой рыбы), цифровые и аналоговые регистраторы (для автоматической записи температуры при перевозке и хранении)
2. Область применения	Хранение и транспортирование замороженной пищевой продукции
3. Диапазон измерений	Не выше минус 18 °С
4. Метод верификации	Сравнение в термостате с эталонным СИ в нескольких точках
5. Допускаемая погрешность	Не более ±0,5 °С (согласно классу точности СИ), термометры с большей погрешностью не допускаются к применению
6. Влажность среды	Для холодильных камер до 95 %
6. Периодичность верификации	Не реже одного раза в год (указывается в программе верификации)
7. Регистрация измерений	Результаты контрольных измерений вносятся в протокол с указанием пригодности СИ

Следует знать отличие верификации СИ от поверки и калибровки:

- поверка подтверждает соответствие СИ обязательным метрологическим требованиям; устанавливает годен или не годен прибор, калибровка определяет действительные значения погрешности по всей шкале измерений, данные о неопределенности измерений; верификация предназначена для приборов в холодильной цепи, только для измерения температуры в реальных условиях;

- на основании Федерального закона № 102-ФЗ поверка обязательна для всех приборов, внесенных в Госреестр СИ, результаты поверки отражены во ФГИС «Аршин» (электронная платформа Росстандарта, содержащая типы поверенных СИ, их метрологические характеристики, в том числе установленный межповерочный интервал), юридический статус калибровки установлен тоже в Федеральном законе №102-ФЗ как добровольная процедура; верификация устанавливается стандартом в качестве добровольной процедуры;

- поверку правомочны выполнять только метрологические службы, аккредитованные на право поверки; калибровку осуществляют метрологические службы, аккредитованные на право калибровки; верификацию может проводить пользователь СИ для внутреннего контроля температурного режима в морозильных камерах, поэтому в отношении СИ для измерения температурно-влажностных параметров в морозильных камерах хранения мороженой рыбы достаточно выполнять поверку и верификацию.

Для метрологического сопровождения технологического процесса хранения мороженой рыбы разрабатываются метрологические карты, в которых для каждого этапа процесса указываются все СИ и их метрологические характеристики. Метрологическое сопровождение контроля процесса хранения мороженой рыбы рассматривается в рамках системы ХАССП.

Следует отметить, что переход на новые хладоагенты при хранении рыбы является важным направлением модернизации холодильных систем. Использование альтернативных хладоагентов обеспечит повышение энергоэффективности и экологической безопасности холодильного оборудования. При этом внедрение новых хладоагентов потребует метрологического сопровождения температурных режимов хранения рыбы, что важно для предприятий рыбной отрасли, где стабильность хранения напрямую влияет на сохранение качества и безопасности мороженой рыбы.

Заключение

Метрологическое обеспечение процесса хранения и транспортирования мороженой рыбы является важнейшим элементом для обеспечения качества и безопасности продукта. Согласно требованиям технических регламентов ТР ТС 021, ТР ЕАЭС 040 и отраслевых инструкций по исследуемому процессу необходимо соблюдать температурный режим хранения мороженой рыбы не выше минус 18 ºС и влажности (90–95) % по всей холодовой цепи, представленной в работе в виде схемы. Для стабильности температурно-влажностного режима рекомендованы СИ для установки в морозильных камерах и даны рекомендации по минимизации возможных погрешностей измерений.

Для подтверждения соответствия результатов измерений описаны соответствующие процедуры: обязательная поверка СИ по требованию законодательства, добровольная калибровка для повышения точности измерений и добровольная верификация для регистраторов температуры в холодовой цепи при проведении внутреннего контроля режима хранения пищевой продукции (мороженой рыбы). В статье описана методика размещения точек контроля температуры в морозильных камерах.

Результаты исследования могут быть использованы при построении системы метрологического обеспечения процесса хранения мороженой рыбы с целью сохранения ее качества и безопасности, а также при разработке внутренних документов предприятий рыбной промышленности (СТО, метрологические инструкции).

Следует отметить, что перспективным направлением оптимизации процесса хранения мороженой рыбы, способствующим повышению качества продукта и удлинению срока хранения, может стать понижение температуры хранения, но это может быть достигнуто переводом холодильных технологий на новые виды хладоагентов. Переход на современные хладоагенты является перспективным направлением развития холодильной инфраструктуры рыбоперерабатывающих предприятий за счет обеспечения технологической эффективности, экологической безопасности и соответствия требованиям устойчивого развития.

Список источников

1. ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия» Межгосударственный стандарт. М. : Стандартинформ, 2015-01-01. 25 с.

2. Концепция создания и развития метрологического обеспечения физико-химических измерений, выполняемых в области пищевой промышленности» (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 января 2018 г. N 167).

3. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/420394425 (дата обращения : 10.05.2026).

4. ГОСТ 35273-2025 «Рыба мороженая. Технические условия» Межгосударственный стандарт. М. : ФГБУ «Институт стандартизации», 2026-06-01. 36 с.

5. Инструкция по хранению рыбы, рыбных продуктов и морепродуктов на береговых холодильниках и рефрижераторных судах [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://informproekt.ru/docs/1200064673/?ysclid=mpuj5l4hdl273524549 (дата обращения : 20.05.2026).

6. РД 31.11.25.28-96. Правила морской перевозки рыбы, рыбопродуктов и морепродуктов (утв. Приказом Росморфлота от 29.11.1996 N 43).

7. Хранение грузов в рефконтейнере: температурные режимы и правила [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://phl.pro/blog/chranenie-v-refconteynere?ysclid=mpujvo0xnr826759754 (дата обращения : 20.05.2026).

8. Инструкция по хранению рыбных товаров на складах (базах) и в магазинах розничных торговых организаций (утв. Минздравом СССР 21.03.1984 № 2977-84, Приказом Минторга СССР от 30.03.1984 № 76).

9. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011): принят Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения : 30.04.2026).

10. ГОСТ Р 56941-2016 «Регистраторы температуры и термометры, используемые при транспортировании, хранении и распределении охлажденной, замороженной и глубокой/быстрой заморозки пищевой продукции и мороженого. Периодическая верификация». М. : Стандартинформ, 2017-04-01. 15 с.

Сведения об авторе

А. Л. Блинова – старший преподаватель кафедры управления техническими системами.

Information about the author

A. L. Blinova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management.

Статья поступила в редакцию 08.06.2026; одобрена после рецензирования 20.07.2026; принята к публикации 10.09.2026.

The article was submitted 08.06.2026; approved after reviewing 20.07.2026; accepted for publication 10.09.2026.

© Блинова А. Л., 2026.

«Метрологическое обеспечение процесса хранения и перевозки (транспортирования) мороженой рыбы» [Блинова А. Л.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).