

---

## АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ПРИГОДНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЛАЖНОЙ ВНУТРИЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СРЕДОЙ В АРКТИЧЕСКОМ КЛИМАТЕ

**Сайдулина Регина Рамильевна,**

аспирант, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, пр-т Московский, д. 9, Российская Федерация. E-mail: regi68@mail.ru

### Аннотация

---

Статья посвящена анализу пригодности существующих методик определения долговечности ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых при влажной внутренней среде и низкотемпературных климатических воздействиях Арктики. Актуальность темы связана с тем, что стандартные теплотехнические расчёты часто фиксируют соответствие конструкции нормативному сопротивлению теплопередаче, но слабее отражают накопление влаги, конденсацию, морозное разрушение наружных слоёв и снижение эксплуатационного ресурса.

---

**Ключевые слова:** долговечность, ограждающие конструкции, влажностный режим, арктический климат, конденсация, влагонакопление, морозное разрушение, потенциал влажности, тепловая защита, эксплуатационная пригодность.

---

## ASSESSMENT OF THE APPLICABILITY OF EXISTING METHODS FOR DETERMINING THE DURABILITY OF BUILDING ENVELOPES FOR BUILDINGS WITH A HUMID INDOOR OPERATING ENVIRONMENT IN THE ARCTIC CLIMATE

**Regina R. Saidulina,**

postgraduate student, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Moskovsky Ave., 9, Russian Federation.  
E-mail: regi68@mail.ru

---

### ABSTRACT

---

The article analyzes the applicability of existing methods for determining the durability of building envelopes used in buildings with a humid indoor operating environment under low-temperature Arctic climatic effects. The relevance of the topic is associated with the fact that standard thermal calculations usually confirm compliance with heat transfer resistance requirements, while moisture accumulation, condensation, frost damage to outer layers and the reduction of service life are reflected less accurately.

---

**Keywords:** durability, building envelopes, moisture regime, Arctic climate, condensation, moisture accumulation, frost damage, moisture potential, thermal protection, operational suitability.

Долговечность ограждающих конструкций в арктическом климате [1; 2] зависит не от одного расчётного показателя, а от сочетания теплопередачи, паропереноса, воздухопроницаемости, положения зоны конденсации, свойств наружных слоёв и режима эксплуатации помещения. Для зданий с влажной внутриэксплуатационной средой данная зависимость приобретает более жёсткий характер: поток водяного пара из помещения к наружной зоне конструкции усиливается, а низкая температура наружного воздуха повышает риск конденсации и последующего циклического замораживания влаги в порах материала и узлах конструкций [3; 4].

Традиционная практика оценки ограждений часто строится вокруг проверки сопротивления теплопередаче и расчёта влагонакопления по нормативным схемам. Такой подход пригоден для типовых условий, но при влажной внутренней среде и длительном холодном периоде он не всегда раскрывает механизм потери ресурса. Конструкция способна удовлетворять требованиям теплозащиты, но одновременно сохранять риск переувлажнения в холодной зоне стены, под наружной отделкой, у границы утеплителя или в области теплотехнической неоднородности.

Цель исследования – определить степень пригодности существующих методик оценки долговечности ограждающих конструкций для зданий с влажной внутриэксплуатационной средой в арктическом климате.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

выделить группы методик и сопоставить их применимость к условиям высокой внутренней влажности, холодного периода наружных температур;

определить ограничения существующих подходов и предложить критерии выбора методики для проектной и экспертной практики.

Анализ источников позволяет выделить четыре группы методик, применяемых при оценке долговечности ограждающих конструкций: нормативные теплотехнические расчёты, аналитические методы оценки конденсации и влагонакопления, нестационарные модели влагопереноса, экспериментально-диагностические методы. Их пригодность различается в зависимости от того, оценивают ли они только соответствие конструкции нормативным требованиям, либо раскрывают механизм длительного повреждения материала.

Нормативный подход, закреплённый в СП 50.13330.2024, задаёт исходную систему проектной оценки. Документ предусматривает классификацию влажностного режима помещений, условия эксплуатации ограждающих конструкций и требования к тепловой защите, воздухопроницаемости и влажностному состоянию [5]. Для стандартных зданий данный подход достаточен как обязательный расчётный минимум. При влажной среде в арктическом климате его пригодность ограничена тем, что расчёт подтверждает выполнение нормируемых условий, но не всегда показывает динамику накопления влаги в период многомесячного охлаждения наружных слоёв [6].

Сравнение стационарного и нестационарного подходов к определению зоны максимального увлажнения указывает на методическую проблему. Стационарная схема удобна для инженерного расчёта, но она упрощает реальную динамику температур и влажности. Нестационарный подход точнее отражает изменение зоны увлажнения во времени, особенно при смене наружных температур, колебаниях влажности внутреннего воздуха и различной инерционности материалов [7]. Следовательно, для арктического

климата стационарная методика пригодна преимущественно для предварительной оценки, тогда как прогноз долговечности требует учёта временного фактора (см. Табл. 1).

Таблица 1

Оценка применимости методик к зданиям с влажной внутриэксплуатационной средой в арктическом климате

Группа методик	Что оценивается	Пригодность для арктических условий	Основное ограничение
Нормативные теплотехнические расчёты	Сопротивление теплопередаче, влажностное состояние, условия эксплуатации	Базовый обязательный уровень проектной проверки	Недостаточная детализация долговременного влагонакопления
Стационарные расчёты влагонакопления	Положение зоны максимального увлажнения, сопротивление паропроницанию	Предварительная оценка риска	Упрощение реальной сезонной динамики
Нестационарные модели	Изменение влажности и температуры во времени	Повышенная пригодность для длительного холодного периода	Высокие требования к исходным данным
Метод температуры начала конденсации	Конструктивная склонность ограждения к конденсации	Высокая пригодность для проектной настройки слоёв	Требует корректного выбора климатических параметров
Экспериментальные методы	Фактические свойства материалов и конструкций	Высокая пригодность при обследовании существующих зданий	Трудоёмкость, стоимость, зависимость от оборудования
Материаловедческая оценка отделочных систем	Паропроницаемость, водопоглощение, совместимость слоёв	Существенна для фасадов и наружных защитных слоёв	Не заменяет расчёт всего ограждения

Сопоставление источников показывает, что ни одна методика в отдельности не закрывает задачу прогноза долговечности для влажной внутренней среды в Арктике. Нормативный расчёт даёт обязательную границу допустимости, аналитические методы раскрывают риск конденсации, нестационарные модели уточняют динамику влаги, экспериментальные методы проверяют фактические свойства, а материаловедческий анализ отделки показывает способность наружных слоёв пропускать или задерживать влагу. Для зданий с влажной эксплуатационной средой наиболее обоснованным следует признать комбинированный подход: нормативная проверка по СП 50.13330.2024 [5], анализ зоны увлажнения и конденсации [7; 8], уточнение влагопереноса через потенциал

влажности [9], проверка температурного перепада [10], учёт фактических или экспериментально подтверждённых свойств материалов [11], оценка наружной отделки и её водопоглощения.

Полученные положения показывают методический разрыв между нормативной пригодностью ограждения и его реальной долговечностью в условиях влажной эксплуатации. В проектной практике конструкция часто проходит проверку по сопротивлению теплопередаче, но долговечность зависит от того, где именно в стене возникает зона увлажнения, как материал переносит замораживание и способен ли наружный слой выпускать накопленную влагу.

Нормативный подход задаёт удобный и воспроизводимый порядок расчёта. Его сильная сторона – единые исходные правила для проектировщика. Его слабая сторона – ограниченность при прогнозе ресурса, поскольку влажная внутренняя среда в арктическом климате формирует длительное действие водяного пара на холодную часть конструкции. В таких условиях расчётная проверка перестаёт быть достаточной, если она не сопровождается анализом сезонной динамики влаги.

В заключение стоит отметить, что в ходе исследования выделены основные группы методик оценки долговечности ограждающих конструкций: нормативные расчёты, стационарные и нестационарные модели влажностного режима, аналитические методы оценки конденсации, экспериментальная диагностика и материаловедческая оценка наружных отделочных систем. Каждая группа решает отдельную часть задачи, но не формирует самостоятельного полного прогноза ресурса для влажной внутренней среды в арктическом климате.

#### Список литературы:

1. Сайдулина Р.Р., Абу-Хасан М.С. Долговечность ограждающих конструкций зданий и сооружений в арктической зоне. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2026. № 4 (1100). С. 50-53.
2. Абу-Хасан М.С., Егоров В.В., Куправа Л.Р., Чарник Д.Г. Термостабилизация вечномёрзлых грунтов при возведении сооружений в северных климатических зонах. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2019. № 4 (1016). С. 40-42.
3. Егоров В.В., Абу-Хасан М.С., Куправа Л.Р., Чарник Д.Г. Анализ существующих конструкций узлов модульных зданий для северных климатических условий (зон). БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 11 (1011). С. 56-58.
4. Абу-Хасан М.С., Чарник Д.Г. Влияние экстремально низких температур на распределение нагрузки в узлах рамных конструкций. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 12 (1048). С. 39-41.
5. СП 50.13330.2024. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий: свод правил: утв. приказом Минстроя России от 15.05.2024 № 327/пр. М.: Минстрой России, 2024.
6. Егоров В.В., Абу-Хасан М.С., Розанцева Н.В., Куправа Л.Р. Быстровозводимые купольные конструкции со стенами из грунткомпозитов и пеноизола, как способ решения транспортной инфраструктуры в районах вечной мерзлоты. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2019. № 2 (1014). С. 39-41.
7. Зубарев К.П. Сравнение положения зоны максимального увлажнения при применении методов стационарного и нестационарного тепловлажностного режима // Жилищное строительство. 2024. № 9. С. 48-52. DOI: 10.31659/0044-4472-2024-9-48-52.

8. Куприянов В.Н. Конденсация водяного пара и проектирование ограждающих конструкций: монография. Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. 116 с.
9. Зубарев К.П. Применение теории потенциала влажности в оценке тепловлажностного режима ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2024. № 6. С. 46–51. DOI: 10.31659/0585-430X-2024-825-6-46-51.
10. Зубарев К.П., Федосеев В.Д., Сапронова Ю.А., Будник Ф.А. Оценка температурного перепада для исследования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций зданий // Components of Scientific and Technological Progress. 2024. № 4. С. 22–27.
11. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С., Сапронова Ю.А., Алиханова З.Р. Экспериментальные методы определения нестационарного тепловлажностного состояния ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2025. № 1–2. С. 88–94. DOI: 10.31659/0585-430X-2025-832-1-2-88-94.

#### References:

1. Saidulina R.R., Abu-Hassan M.S. Durability of enclosing structures of buildings and structures in the Arctic zone. BST: Bulletin of Construction Machinery. 2026. No. 4 (1100). pp. 50-53.
2. Abu-Hassan M.S., Egorov V.V., Kuprava L.R., Charnik D.G. Thermal stabilization of permafrost soils during the construction of structures in northern climatic zones. BST: Bulletin of Construction Machinery. 2019. No. 4 (1016). pp. 40-42.
3. Egorov V.V., Abu-Hassan M.S., Kuprava L.R., Charnik D.G. Analysis of existing structures of modular buildings for northern climatic conditions (zones). BST: Bulletin of Construction Machinery. 2018. No. 11 (1011). pp. 56-58.
4. Abu-Hassan M.S., Charnik D.G. The effect of extremely low temperatures on load distribution in the nodes of frame structures. BST: Bulletin of Construction Machinery. 2021. No. 12 (1048). pp. 39-41.
5. SP 50.13330.2024. SNiP 23-02-2003. Teplovaya zashchita zdaniy: svod pravil [Thermal protection of buildings: code of practice]. Moscow, Ministry of Construction of Russia, 2024. (In Russ.)
6. Egorov V.V., Abu-Hassan M.S., Rozantseva N.V., Kuprava L.R. Prefabricated dome structures with walls of soil composites and foam resin as a way to solve transport infrastructure in permafrost areas. BST: Bulletin of Construction Machinery. 2019. No. 2 (1014). pp. 39-41.
7. Zubarev K.P. Sravnenie polozheniya zony maksimal'nogo uvlazhneniya pri primenenii metodov statsionarnogo i nestatsionarnogo teplovlazhnostnogo rezhima [Comparison of the position of the maximum moisture zone using stationary and non-stationary heat-moisture regime methods]. Zhilishchnoe stroitel'stvo, 2024, No. 9, pp. 48–52. DOI: 10.31659/0044-4472-2024-9-48-52. (In Russ.)
8. Kupriyanov V.N. Kondensatsiya vodyanogo para i proektirovanie ograzhdayushchikh konstruktsiy [Water vapor condensation and design of building envelopes]. Kazan, Kazan State University of Architecture and Engineering, 2022, 116 p. (In Russ.)

9. Zubarev K.P. Primenenie teorii potentsiala vlazhnosti v otsenke teplovlazhnostnogo rezhima ograzhdayushchikh konstruktsiy zdaniy [Application of moisture potential theory in assessing the heat-moisture regime of building envelopes]. *Stroitel'nye materialy*, 2024, No. 6, pp. 46–51. DOI: 10.31659/0585-430X-2024-825-6-46-51. (In Russ.)
10. Zubarev K.P., Fedoseev V.D., Sapronova Yu.A., Budnik F.A. Otsenka temperaturnogo perepada dlya issledovaniya temperaturno-vlazhnostnogo rezhima ograzhdayushchikh konstruktsiy zdaniy [Assessment of temperature difference for studying the temperature-moisture regime of building envelopes]. *Components of Scientific and Technological Progress*, 2024, No. 4, pp. 22–27. (In Russ.)
11. Zubarev K.P., Zobnina Yu.S., Sapronova Yu.A., Alikhanova Z.R. Eksperimental'nye metody opredeleniya nestatsionarnogo teplovlazhnostnogo sostoyaniya ograzhdayushchikh konstruktsiy zdaniy [Experimental methods for determining the non-stationary heat-moisture state of building envelopes]. *Stroitel'nye materialy*, 2025, No. 1–2, pp. 88–94. DOI: 10.31659/0585-430X-2025-832-1-2-88-94. (In Russ.)