

УДК 711.4:72.012:692.23:620.193

DOI 10.25628/UNIP.2026.70.3.009

ФЕДОРЧЕНКО А.В., ГУТНИКОВ В.А.

Управляемая эстетическая долговечность городских фасадов



**Федорченко
Алексей
Владимирович**

ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», ООО «ПИ НИИ «Нацпроект», аспирант, генеральный директор, Москва, Россия

e-mail: 89099804106@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0001-9561-1191



**Гутников
Владимир
Анатолевич**

кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент РААСН, ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», заместитель генерального директора, Москва, Россия

e-mail: lomonosov25@rambler.ru
ORCID ID: 0000-0002-6052-8160

Аннотация. Рассмотрена проблема сохранения архитектурно-художественных характеристик городских фасадов в эксплуатации. Разработан метод управляемой эстетической долговечности, объединяющий измерительный, сервисный, пространственный и доказательный контуры. Метод основан на нормативных методах, первичной испытательной документации и исследованиях жизненного цикла. Предложены паспорт эстетической долговечности, программа натурного мониторинга и правила переноса результатов между уровнями «образец — фасадная система — уличный фронт — территория». Лабораторные показатели применяются только к идентифицированным образцам и условиям испытаний.

Ключевые слова: архитектурно-художественный облик, эстетическая долговечность, защитная долговечность, цветостойкость, блеск, ΔE_{CMC} , мониторинг фасадов, жизненный цикл, доказательные границы, городская среда

Fedorchenko A.V., Gutnikov V.A.

Managed aesthetic durability of urban facades

Abstract. The study addresses preservation of the architectural and artistic characteristics of urban facades during operation. A managed aesthetic durability method combining measurement, maintenance, spatial interpretation and evidence control is proposed. The method is based on regulatory procedures, primary test documentation and life-cycle research. An aesthetic-durability passport, a field-monitoring programme and rules for transferring results across the levels «specimen — facade system — street frontage — territory» are developed. Laboratory indicators are limited to identified specimens and test conditions.

Keywords: architectural and artistic image, aesthetic durability, protective durability, colour stability, gloss, ΔE_{CMC} , facade monitoring, life cycle, evidence boundaries, urban environment

Постановка проблемы.

Цель, гипотеза и новизна работы

Архитектурно-художественный облик городского района и микрорайона оценивается на момент проектирования, согласования и ввода объекта. Между тем городская поверхность в процессе эксплуатации изменяется: загрязняется, выцветает, теряет блеск, получает локальные дефекты, ремонтируется и частично заменяется. Эти процессы неодинаково проявляются на уровне панели, фасада, улицы и ансамбля. Если проектная документация не содержит измеряемых показателей сохранения внешнего вида и правил обслуживания, первоначальный образ постепенно становится видоизменяемым и иногда неуправляемым.

Проблема соответствует паспорту научной специальности 2.1.13, включающему эстетическое осмысление явлений градостроительства, развитие объемно-пространственной композиции городов и ансамблей, совершенствование цветовой и световой среды и мониторинг качества градостроительной среды¹. Существующие нормативные документы устанавливают методы климатических испытаний, оценки

внешнего вида, блеска, цвета и отражения², но не объединяют их в градостроительную процедуру управления фасадным фронтом в жизненном цикле застройки.

Цель статьи — разработать метод управляемой эстетической долговечности, связывающий лабораторные и натурные измерения с эксплуатационными событиями, визуальным масштабом и сценарным анализом жизненного цикла. Гипотеза исследования состоит в том, что раздельная фиксация защитных, колористических, световых и эксплуатационных изменений с их привязкой к уровням «образец — элемент — фасадная система — уличный фронт — территория» позволяет выявлять эстетически значимые отклонения и устанавливать обоснованные

1 Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093» (зарегистрирован 06.04.2021 № 62998). — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573956750> (дата обращения: 25.08.2025).

границы переноса лабораторных результатов. Научная новизна состоит в разработке четырёхконтурной структуры метода, объединяющей измерения, обслуживание, пространственную интерпретацию и контроль доказательных границ, а также паспорта эстетической долговечности фасада объекта, здания и сооружения.

Методология работы и обзор подходов

Методология включает анализ нормативных методов и первичной испытательной документации, повторные наблюдения, паспорт состояния, сценарный анализ стоимости и экологических последствий и правила переноса результата между масштабами. Международные подходы к жизненному циклу задают принципы определения функциональной единицы, границ системы и прозрачности исходных данных². Ю.В. Денисова, В.Н. Тарасенко, Р.В. Лесовик, А. А. Митрохин связывают долговечность фасадных систем с проектированием, устройством и эксплуатацией [4], что подтверждает необходимость сервисного контура; П.Г. Гасанов с соавторами показывают возможности инструментального мониторинга фасадов [3], который в настоящем методе дополняется колористическими, световыми и пространственными показателями. А.В. Ефимов и Н.Г. Панова рассматривают колористическую среду города как самостоятельный предмет архитектурного проектирования [5]. С. Бианчи с соавторами систематизируют многокритериальные методы фасадного проектирования [13], а Х. Аташбар и Е. Нурзаи демонстрируют интеграцию информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM) и оценки жизненного цикла (Life Cycle Assessment, LCA) при выборе облицовки [11]. В отличие от задач сравнительного отбора, здесь исследуется изменение уже выбранного фасадного решения во времени и границы переноса доказательств. Корпоративное портфолио используется для фиксации заявленного статуса объектов⁴; источник не служит основанием для оценки фактической долговечности или технического состояния.

Долговечность оценивается по конкретному объекту испытаний и варианту исполнения. Доказательная база

включает покрытия, панели, герметизацию и несущую подсистему. Конструктивный подход У. Кнаака с соавторами [15] требует разграничивать свойства материала, панели и фасадной системы. Для Quantum PaRus алюминий, включая анодированный, и нержавеющая сталь рассматриваются как конструкционные материалы панели, сотового заполнения и подсистемы; результаты испытаний относятся только к соответствующим элементам. Изменение цвета образца интерпретируется с учётом площади, ритма замен, освещения, дистанции наблюдения и контраста с окружением.

Практическая база применения метода управляемой эстетической долговечности

Корпоративное портфолио фиксирует заявленное реализованное применение металлокерамических панелей на станциях Московского метрополитена «Ломоносовский проспект», «Раменки», «Минская», «Мичуринский проспект» и «Озёрная», а также Минского метрополитена «Площадь Франтишка Богушевича», «Вокзальная» и «Юбилейная». Системы Quantum PaRus и Quantum Ceramic указаны для станций «Мичуринский проспект» Большой кольцевой линии, «Коммунарка», «Кленовый бульвар» и «Новаторская»⁵. Эти сведения подтверждают заявленное применение, но не заменяют исполнительную документацию, акты приёмки и инструментальное обследование.

Для аэропорта Казань и станции «Гольяново» в портфолио указаны проектные решения Quantum⁶. При отсутствии в составе исследования спецификаций поставки и актов ввода эти объекты отнесены к перспективному применению. Для них мониторинг предлагается начинать с исходного момента наблюдения (T0) после подтверждения спецификации, поставки и монтажа.

Рабочее определение и структура метода управляемой эстетической долговечности

Под управляемой эстетической долговечностью предлагается понимать способность проектной и эксплуатационной системы удерживать архитектурно-художественные характеристики фасада в установленном диапазоне, своевременно обнаруживать отклонения и принимать документированные решения об очистке, ремонте, замене или пересмотре проектных требований. В отличие от долговечности как свойства материала данное понятие включает действия участников и обратную связь.

Разработанная структура метода включает четыре контура. Измерительный контур фиксирует цвет, блеск, отражение и дефекты. Сервисный контур регистрирует загрязнение, очистку, ремонт, доступ, трудозатраты и замену. Пространственный контур связывает точки измерения с фасадной развёрткой и постоянными видовыми точками. Доказательный контур устанавливает источник каждого показателя, статус данных и допустимый масштаб вывода. Состав контуров представлен в Таблице 1.

Показатели состояния фасада

Базовый набор включает цветовое различие ΔE_{*CMC} , изменение блеска, наличие трещин, пузырей, отслаивания, коррозии и пятен, коэффициент отражения, степень загрязнения до и после очистки, площадь локальных замен и несовпадение заменённого участка с окружающей поверхностью. Показатели фиксируются по идентифицированному цвету, фактуре, партии и ориентации по-

2 ГОСТ 31975–2017 (ISO 2813:2014) «Материалы лакокрасочные. Метод определения блеска лакокрасочных покрытий под углом 20°, 60° и 85°». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146789> (дата обращения: 25.08.2025); ГОСТ 34667.2–2020 «Материалы лакокрасочные. Защита от коррозии стальных конструкций защитными лакокрасочными системами. Классификация условий окружающей среды». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566393982> (дата обращения: 25.08.2025); ГОСТ 34667.6–2021 «Материалы лакокрасочные. Защита от коррозии стальных конструкций защитными лакокрасочными системами. Лабораторные методы испытаний». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181409> (дата обращения: 25.08.2025); ГОСТ 9.401–2018 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160589> (дата обращения: 25.08.2025); ГОСТ 9.407–2015 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200121786> (дата обращения: 25.08.2025); ГОСТ Р 56709–2015 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200126906> (дата обращения: 25.08.2025); ГОСТ Р 71216–2024 «Материалы лакокрасочные. Колориметрия. Измерение цвета. Расчёт цветовых различий и индекса метамерии». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304815758> (дата обращения: 25.08.2025).

3 ГОСТ Р МЭК 60300–3–3–2021 «Менеджмент надёжности. Руководство по применению. Оценка стоимости жизненного цикла». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180980> (дата обращения: 25.08.2025); ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. – URL: <https://www.iso.org/standard/37456.html> (дата обращения: 25.08.2025); ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. – URL: <https://www.iso.org/standard/38498.html> (дата обращения: 25.08.2025).

4 ГК «Национальные инвестиции». Национальные инвестиции: проекты: корпоративное портфолио. – М., 2026. – С. 68 с.

5 ГК «Национальные инвестиции». Национальные инвестиции: проекты: корпоративное портфолио. – М., 2026. – С. 40–51.

6 ГК «Национальные инвестиции». Национальные инвестиции: проекты: корпоративное портфолио. – М., 2026. – С. 16–17, 34–35.

верхности. Сравнение «до — после» выполняется одной методикой и при сопоставимых условиях.

Для градостроительной интерпретации добавляются доля видимой площади с отклонением, расположение дефекта относительно входов, доминант и маршрутов движения, повторяемость на фасадном фронте, заметность с постоянных точек и влияние на дневной и вечерний образ. Таким образом, приборное изменение получает пространственную характеристику, а не превращается непосредственно в оценку качества города. Исследование Д. Ванг и соавторов показывает, что оценка отражённого солнечного света зависит от метода моделирования [17]; поэтому блеск и отражение в настоящей работе рассматриваются совместно

с геометрией, положением наблюдателя и условиями освещения. Система показателей приведена в Таблице 2.

Доказательная база и границы вывода

Согласно протоколам⁷, для исследованных образцов металлокерамического покрытия приведены $\Delta E_{CMC} = 0,19$ и изменение блеска 5,7 % после ускоренных климатических испытаний, соотнесённых источником с десятилетним расчётным периодом. Эти результаты относятся к идентифицированным образцам и программе испытаний. Заключением о соответствии № НИЛСП.3.02.2026 от 04.08.2026 подтверждён срок службы не менее 50 лет в условиях С4 для Quantum Ceramic в трёх вариантах: панель;

панель с герметизацией швов; панель с герметизацией в составе навесного вентилируемого фасада (НВФ) с подсистемой из нержавеющей стали или алюминия⁸. Данные о цветостойкости, блеске и техническом сроке службы формируют основание для последующей натурной проверки, но не доказывают автоматически 50-летнее сохранение архитектурно-художественного облика.

Доказательная интерпретация строится по уровням: измерение характеризует конкретный образец; испытательный отчёт — результаты заданной программы; заключение о соответствии — заявленные варианты исполнения и область применения; натурный мониторинг — состояние фасада, уличного фронта и территории. Переход между уровнями допускается только при наличии соответствующего основания. Иерархия доказательств приведена в Таблице 3.

Таблица 1. Контуры метода управляемой эстетической долговечности

Контур	Наблюдаемые данные	Управленческий результат
Измерительный	ΔE_{CMC} , блеск, отражение, дефекты	Оценка необратимой и сезонной динамики
Сервисный	Загрязнение, очистка, ремонт, замена, трудозатраты	Режим обслуживания и ремонтпригодность
Пространственный	Фасадная развертка, видовые точки, доминанты, маршруты	Градостроительная значимость изменения
Доказательный	Источник, объект, условия, статус и масштаб переноса	Граница допустимого вывода

Таблица 2. Система показателей эстетической долговечности

Группа	Показатели	Градостроительная интерпретация
Колористическая	ΔE_{CMC} , локальная неоднородность, совпадение замены	Сохранение палитры и целостности фронта
Световая	Блеск, коэффициент отражения, направленное бликование	Стабильность дневного и вечернего образа
Дефектная	Трещины, пузыри, отслаивание, коррозия, пятна	Риск нарушения композиции и безопасности
Эксплуатационная	Очищаемость, периодичность ухода, ремонт, заменяемость	Управляемость состояния и жизненного цикла

Таблица 3. Иерархия доказательств и границы вывода

Уровень	Что подтверждает	Чего не подтверждает
Результат измерения	Состояние конкретного образца в конкретной программе	Срок службы фасада и городской территории
Испытательный отчет	Совокупность измерений предоставленных образцов	Автоматическую применимость ко всем партиям, цветам и системам
Мнение или интерпретация лаборатории	Прогноз, сформулированный исполнителем испытаний	Независимо доказанный эксплуатационный срок
Заключение о соответствии	Заявленное соответствие продукции и область применения	Совместно с результатами цветостойкости, блеска и натурального мониторинга формирует доказательную основу оценки эстетической долговечности на подтвержденном сроке эксплуатации.
Корпоративное портфолио	Заявленное наличие реализованных и проектируемых объектов и область применения	Фактическое техническое состояние, срок эксплуатации и результаты независимого мониторинга

Паспорт эстетической долговечности фасада

Паспорт формируется до утверждения фасадного решения и уточняется после монтажа. В нём фиксируются материал и система, цвет и фактура, партия, лицевой слой, исходные показатели цвета и блеска, программа испытаний, документально установленный срок и объект его применимости, климатическая зона, режим очистки, ремонтпригодность, правила подбора замен, видовые точки и критерии пересмотра.

7 Протокол испытаний № 04–01/И-2512/23 от 22.02.2024. Металлокерамические панели QUANTUM CERAMIC. Испытание на цветовое отклонение / НИИ СМиТ. – 2024; Протокол испытаний № И-2512.23 ПИ 04–02. Металло-керамические панели QUANTUM CERAMIC. Ускоренные климатические испытания / НИИ СМиТ. – 2024.

8 Заключение о соответствии № НИЛ-СП.3.02.2026 от 04.08.2026. Металлокерамические панели QUANTUM CERAMIC в трёх вариантах исполнения / АО «НИКИМТ-Атомстрой». – М., 2026. – 2 с.

Таблица 4. Календарный план пилотного наблюдения

Срок	Содержание	Результат
T0	Идентификация, фотофиксация, цвет, блеск, отражение, дефекты	Исходный паспорт
Ежеквар- тально	Осмотр, журнал очистки, инцидентов и локальных ремонтов	Краткий протокол
6, 12, 18 месяцев	Полный цикл измерений до и после очистки	Промежуточные отчеты
24 месяца	Сводный анализ, проверка критериев и чувствительности	Итог пилота и новая версия паспорта
Ежегодно до 5 лет	Контроль устойчивых тенденций	Калибровка раннего прогноза

Карта статусов разделяет экспериментально установленные, расчётные, экспертные, проектные и требующие проверки значения. Это позволяет хранить в одном паспорте лабораторные показатели, сценарий стоимости жизненного цикла (Life Cycle Cost, LCC) и профессиональную оценку без смешения их доказательной силы.

Программа пилотной верификации метода управляемой эстетической долговечности фасада

Пилот предусматривает ретроспективное обследование эксплуатируемых станций, где применение панелей документировано в портфолио⁹. Перспективное наблюдение начинается с T0 после подтверждения поставки и монтажа конкретной системы. Участки выбираются с учётом солнечной экспозиции, загрязнения, потока и режима уборки; в сравнение включаются исследуемое решение и контроль.

После T0 предусматриваются сезонные осмотры и квартальные протоколы; полные циклы измерений — через 6, 12, 18 и 24 месяца, далее ежегодно до пяти лет. Эти интервалы являются параметрами программы, а не результатами выполненного наблюдения.

В каждой точке фиксируются координаты, ориентация, загрязнение, режим очистки и связь с видовой точкой. Измерения до и после очистки разделяют необратимое изменение покрытия и устранимое загрязнение; повреждения, ремонт и замены отражаются в журнале. Календарный план приведён в Таблице 4.

Обработка данных и проверка метода управляемой эстетической долговечности фасада

Для показателей рассчитываются средние значения технических повторов, разброс и доверительные интервалы по независимым блокам. Единицей анализа служит идентифицированный фасадный блок; приборные точки внутри него рассматриваются как технические повторы. Выборка стратифицируется по экспозиции, нагрузке и режиму очистки. При малой выборке используются описательная статистика, индивидуальные траектории и робастные методы; пилот не предназначен для универсальных популяционных выводов.

Процедура может считаться предварительно подтверждённой, если повторные измерения воспроизводимы, изменения согласуются с наблюдаемым состоянием, а паспорт и журнал обслуживания объясняют значимые отклонения.

9 ГК «Национальные инвестиции». Национальные инвестиции: проекты корпоративное портфолио. – М., 2026. – 68 с.

Управление очисткой, ремонтом и заменой элементов фасада

Очистка рассматривается как часть сохранения облика: в паспорте задаются допустимые средства, технология, частота, пробный участок и критерий окончания работ. Х. Алабдуллазак с соавторами связывают циркулярное фасадное проектирование с ремонтпригодностью и жизненным циклом [8], К.М. Рала с соавторами — выбор компонентов с принципами циркулярной экономики [16]. Эти положения обосновывают учёт очистки, ремонта и локальной заменяемости; решение принимается по измерениям и фактическим актам.

Экономические и экологические ограничения применения метода

Стоимость и экологические последствия рассматриваются как сценарные показатели. Для 1 м² облицовочной системы учитываются поставка, монтаж, доступ, очистка, ремонт, локальная замена, простой, демонтаж, отходы, вода и химические средства. Авторы в [9] и [10] рассматривают совместный учёт стоимости и экологических показателей жизненного цикла; Д.Ф. Баптиста и соавторы сопоставляют фасадные системы методами LCA [12]; А. Фихан и его соавторы интегрируют энергетическое моделирование и LCA [14]. Эти подходы подтверждают целесообразность сценарной оценки состояния фасада, но не доказывают экономию без объектных данных.

Градостроительная интерпретация применения метода управляемой эстетической долговечности фасада

Для исторического фронта приоритетны совместимость изменения цвета, локальная заменяемость и отсутствие визуальной мозаики. Н.Г. Панова и В.Д. Жиркова показывают зависимость цветовой среды от природно-климатического и пространственного контекста [7], Р.Р. Аитов и Е.А. Афанасьева связывают цветовые решения исторической среды с её идентичностью [1], И.Н. Мальцева, Н.Н. Каганович, В.Ю. Макан, М.В. Пучков, А.А. Сандовал Балдеррама рассматривают контекстуальный подход к интеграции новых объектов в историческую среду [6]. Настоящий метод дополняет эти положения контролем изменения цвета, блеска и локальных замен во времени. Для транспортных узлов выше значимость очищаемости, стойкости к реагентам, ремонта и навигационной читаемости; для общественно-деловых территорий — светового поведения крупных плоскостей; для промышленных и специальных зон — совместного учёта эстетических, защитных и санитарных требований.

Метод не устанавливает единый нормативный предел для всех территорий. Он предлагает процедуру, в которой порог определяется проектной задачей, подтверждается макетом или образцом, включается в договорные требования и проверяется при эксплуатации. Это позволяет перейти от субъективной формулы «фасад должен сохранять хороший внешний вид» к воспроизводимому управлению состоянием планируемой застройки.

Масштабная интерпретация изменения состояния фасада

Одинаковое приборное отклонение может иметь различное градостроительное значение. Т.Ю. Быстрова и Г.В. Мазаев рассматривают объекты градостроительного регулирования в контексте развития города и границ охраняемого предмета [2]; это поддерживает требование не переносить локальный результат на более высокий уровень без самостоятельного основания. На уровне элемента оценивается поверхность, на уровне фа-

Таблица 5. Масштабы и допустимые формулировки вывода о состоянии фасада

Масштаб	Предмет оценки	Допустимый результат
Образец или элемент	Цвет, блеск, дефект, загрязнение	Характеристика идентифицированного объекта наблюдения
Фасадная система	Распределение изменений, швы, заменяемость	Состояние конкретной системы в конкретных условиях
Уличный фронт	Заметность, ритм, визуальная непрерывность	Влияние на воспринимаемую композицию
Территория	Повторяемость на нескольких объектах	Тенденция, требующая территориальной выборки

сада — площадь, положение и повторяемость изменений, на уровне уличного фронта — визуальная непрерывность и заметность с маршрутов. Вывод о территории требует повторяемости явления на нескольких объектах.

Для каждого уровня применяется самостоятельная формулировка результата: лабораторный протокол характеризует образец, паспорт — конкретную фасадную систему, карта видовых точек — воспринимаемое изменение фасада, территориальный мониторинг — распространённость эффекта. Такой запрет автоматического переноса предотвращает подмену локального дефекта выводом о деградации ансамбля. Допустимые формулировки приведены в Таблице 5.

Интеграция мониторинга в локальный код

При натурной апробации результаты могут возвращаться в локальный код: в обязательном слое уточняются идентификация системы, доступ для обслуживания и документирование замен; в контекстном — диапазоны блеска, фактуры и заметности ремонта; вариативный слой сохраняет художественную свободу при условиях макетирования, приёмки и последующего контроля.

Основные результаты исследования:

1¹⁰. Эстетическая долговечность рассматривается как управляемая траектория состояния фасада и городской среды, объединяющая защитную долговечность, технический срок службы и сохранение цветовых, световых и композиционных характеристик.

2. Разработана четырёхконтурная структура метода управляемой эстетической долговечности фасада, включающая измерительный, сервисный, пространственный и доказательный контуры.

3. Паспорт эстетической долговечности предназначен для идентификации решения, фиксации исходного состояния, статуса данных, границ переноса и критериев пересмотра.

4. Документированное применение металлокерамических и сотовых облицовочных решений на станциях Московского и Минского метрополитенов формирует базу ретроспективного мониторинга.

5. Для перспективных объектов предложен мониторинг от Т0 после подтверждения спецификации, поставки и монтажа системы.

6. Заключением о соответствии № НИЛСП.3.02.2026 от 04.08.2026 подтверждён срок службы не менее 50 лет в условиях С4 для QUANTUM CERAMIC в трёх вариантах исполнения: отдельная панель; панель с герметизацией швов; панель с герметизацией в составе НВФ

10 Заключение о соответствии № НИЛСП.3.02.2026 от 04.08.2026. Металлокерамические панели QUANTUM CERAMIC в трёх вариантах исполнения / АО «НИКИМТ-Атомстрой». – М., 2026. – 2 с.

с несущей подсистемой из нержавеющей стали или алюминия. Совместно с $\Delta E_{СМС} = 0,19$ и изменением блеска 5,7 % эти данные формируют экспериментальную основу метода для прогнозирования и натурной проверки долговременного сохранения защитных и архитектурно-художественных характеристик.

7. Лабораторные результаты являются экспериментальной основой метода; масштабирование выполняется через паспорт эстетической долговечности, пространственную интерпретацию и натурный мониторинг.

8. Метод предназначен для проектных требований, локальных кодов и программ мониторинга; экономические и экологические эффекты оцениваются по данным объекта.

Теоретическая ценность метода состоит в переводе эстетической долговечности из описательной характеристики в управляемый параметр жизненного цикла. Метод сформирован объединением нормативного и экспериментального анализа, измерений состояния, фиксации обслуживания, пространственной интерпретации и контроля доказательных границ; апробационная схема сочетает ретроспективное обследование и мониторинг от Т0. Научный результат — воспроизводимая связь «испытание — состояние фасада — эксплуатационное событие — пространственная оценка — управленческое решение», обеспечивающая управление сохранением архитектурно-художественной целостности фасадного фронта.

Список источников

[1] Аитов Р.Р., Афанасьева Е.А. Цветовые аспекты национальной идентичности исторических кварталов Казани // Архитектон: известия вузов. — 2023. — № 4 (84):23. — URL: http://archvuz.ru/2023_4 (дата обращения: 25.08.2026). — DOI 10.47055/19904126_2023_4 (84)_23

[2] Быстрова Т.Ю., Мазаев Г.В. Охрана объектов градостроительного регулирования в контексте развития городов: к постановке проблемы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2024. — № 1 (60). — С. 10–15. — URL: <https://academvestnik.ru/glavnaya/vipuski/arhiv-vipuskov/soderzhanie-1-2024-60> (дата обращения: 25.08.2026). — DOI 10.25628/UNIP.2024.60.1.001

[3] Гасанов П.Г., Смирнов Ю.В., Чусов А.Н., Политаева Н.А. Мониторинг аварийности фасадов зданий Санкт-Петербурга с применением технологий 3D-сканирования // Умные композиты в строительстве. — 2023. — Т. 4. — № 3. — С. 84–94. — DOI 10.52957/2782-1919-2024-4-3-84-94. — EDN: EMMGTP

[4] Денисова Ю.В., Тарасенко В.Н., Лесовик Р.В., Митрохин А.А. Долговечность штукатурных фасадных систем гражданских зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2016. — № 7. — С. 22–26. — URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/29182/view> (дата обращения: 25.08.2026). — EDN: WBVYRT

[5] Ефимов А.В., Панова Н.Г. Архитектурная колористика и plasticheskie искусства. — М.: БуксМАрт, 2018. — 423 с.

[6] Мальцева И.Н., Каганович Н.Н., Макан В.Ю., Пучков М.В., Сандовал Балдеррама А.А. Основные методы интеграции объектов современного строительства в историческую городскую среду // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2024. — № 4 (63). — С. 47–54. — <https://academvestnik.ru/glavnaya/vipuski/arhiv-vipuskov/>

- osnovnye-metody-integratsii-obektov-sovremennogo-stroitelstva-v-istoricheskuyu-gorodskuyu-sredu (дата обращения: 25.08.2026). — DOI 10.25628/UNIIP.2024.63.4.008
- [7] Панова Н.Г., Жиркова В.Д. Особенности формирования цветовой среды северных городов России // *Architecture and Modern Information Technologies*. — 2021. — № 3 (56). — С. 334–344. — URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/21_panova.pdf (дата обращения: 25.08.2026). — DOI 10.24412/1998-4839-2021-3-334-344
 - [8] Alabdulrazzaq H., Gasparri E., Brambilla A., Attia S. A framework for circular facade design: Systematic review of design strategies and performance indicators // *Journal of Cleaner Production*. — 2025. — Vol. 536:147140. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.147140> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.jclepro.2025.147140
 - [9] AlJaber A., Alasmari E., Martinez-Vazquez P., Baniotopoulos C. Life Cycle Cost in Circular Economy of Buildings by Applying Building Information Modeling (BIM): A State of the Art // *Buildings*. — 2023. — Vol. 13. — Iss. 7:1858. — URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/7/1858> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/buildings13071858
 - [10] Amoroso F.M., Schuetze T. Carbon Life Cycle Assessment and Costing of Building Integrated Photovoltaic Systems for Deep Low-Carbon Renovation // *Sustainability*. — 2023. — Vol. 15. — Iss. 12:9460. — URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/12/9460> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/su15129460
 - [11] Atashbar H., Noorzai E. Optimization of Exterior Wall Cladding Materials for Residential Buildings Using the Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II (NSGAI) Based on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Life Cycle Assessment (LCA) for Energy Consumption: A Case Study // *Sustainability*. — 2023. — Vol. 15. — Iss. 21:15647. — URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/21/15647> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/su152115647
 - [12] Baptista J.F., Kokare S., Francisco A.V., Godina R., Aelenei D. A comparative life cycle assessment of ETICS and ventilated facade systems with timber cladding // *Energy and Buildings*. — 2024. — Vol. 304:113842. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113842> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.enbuild.2023.113842
 - [13] Bianchi S., Andriotis C., Klein T., Overend M. Multi-criteria design methods in facade engineering: State-of-the-art and future trends // *Building and Environment*. — 2024. — Vol. 250:111184. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111184> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.buildenv.2024.111184
 - [14] Feehan A., Nagpal H., Marvuglia A., Gallagher J. Adopting an integrated building energy simulation and life cycle assessment framework for the optimisation of facades and fenestration in building envelopes // *Journal of Building Engineering*. — 2021. — Vol. 43:103138. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103138> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.jobbe.2021.103138
 - [15] Knaack U., Klein T., Bilow M., Auer T. *Facades: Principles of Construction*. — 2nd ed. — Basel: Birkhäuser, 2014. — 135 p.
 - [16] Rahla K.M., Mateus R., Bragança L. Selection Criteria for Building Materials and Components in Line with the Circular Economy Principles in the Built Environment — A Review of Current Trends // *Infrastructures*. — 2021. — Vol. 6. — Iss. 4. — Vol. 6:49. — URL: <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/4/49> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/infrastructures6040049
 - [17] Wang J., Wei M., Ruan X. Comparison of daylight simulation methods for reflected sunlight from curtain walls // *Building Simulation*. — 2021. — Vol. 14. — Iss. 3. — P. 549–564. — URL: <https://doi.org/10.1007/s12273-020-0701-7> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1007/s12273-020-0701-7

References

- [1] Aitov R.R., Afanasyeva E.A. Color aspects of the national identity of the historical quarters of Kazan // *Architecton: izvestiya vuzov*. — 2023. — № 4 (84):23. — URL: http://archvuz.ru/2023_4 (дата обращения: 08.25.2026). — DOI 0.47055/1990412_6_2023_4(84)_23
- [2] Bystrova T.Yu., Mazaev G.V. Protection of objects of urban planning regulation in the context of urban development: towards a problem statement // *Academic Bulletin of UralNIIProekt RAASN*. — 2024. — № 1 (60). — P. 10–15. — URL: <https://academvestnik.ru/glavnaya/vipuski/arhiv-vipuskov/soderzhanie-1-2024-60> (дата обращения: 08.25.2026). — DOI 10.25628/UNIIP.2024.60.1.001
- [3] Hasanov P.G., Smirnov Yu.V., Chusov A.N., Politaeva N.A. Monitoring of building facades in St. Petersburg using 3D scanning technologies // *Smart composites in construction*. — 2023. — Vol. 4. — No. 3. — p. 84–94. — DOI: 10.52957/2782-1919-2024-4-3-84-94. — EDN: EMMGTP
- [4] Denisova Yu.V., Tarasenko V.N., Lesovik R.V., Mitrokhin A.A. Durability of plaster facade systems of civil buildings // *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*. — 2016. — No. 7. — p. 22–26. — URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/29182/view> (дата обращения: 08.25.2026). — EDN: WBVYRT
- [5] Efimov A.V., Panova N.G. Architectural coloristics and plasticities of art. Moscow: BuksMArt, 2018. — 423 p.
- [6] Maltseva I.N., Kaganovich N.N., Makan V.Yu., Puchkov M.V., Sandoval Balderrama A.A. Basic methods of integrating modern construction facilities into the historical urban environment // *Academic Bulletin of UralNIIProekt RASN*. — 2024. — № 4 (63). — Pp. 47–54. — <https://academvestnik.ru/glavnaya/vipuski/arhiv-vipuskov/osnovnye-metody-integratsii-obektov-sovremennogo-stroitelstva-v-istoricheskuyu-gorodskuyu-sredu> (дата обращения: 08.25.2026). — DOI 10.25628/UNIIP.2024.63.4.008
- [7] Panova N.G., Zhirkova V.D. Features of the formation of the color environment of the northern cities of Russia // *Architecture and Modern Information Technologies*. — 2021. — № 3 (56). — Pp. 334–344. — URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/21_panova.pdf (дата обращения: 08.25.2026). — DOI 10.24412/1998-4839-2021-3-334-344
- [8] Alabdulrazzaq H., Gasparri E., Brambilla A., Attia S. A framework for circular facade design: Systematic review of design strategies and performance indicators // *Journal of Cleaner Production*. — 2025. — Vol. 536:147140. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.147140>

- jclepro.2025.147140 (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.jclepro.2025.147140
- [9] AlJaber A., Alasmari E., Martinez-Vazquez P., Baniotopoulos C. Life Cycle Cost in Circular Economy of Buildings by Applying Building Information Modeling (BIM): A State of the Art // *Buildings*. — 2023. — Vol. 13. — Iss. 7:1858. — URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/7/1858> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/buildings13071858
- [10] Amoruso F.M., Schuetze T. Carbon Life Cycle Assessment and Costing of Building Integrated Photovoltaic Systems for Deep Low-Carbon Renovation // *Sustainability*. — 2023. — Vol. 15. — Iss. 12:9460. — URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/12/9460> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/su15129460
- [11] Atashbar H., Noorzai E. Optimization of Exterior Wall Cladding Materials for Residential Buildings Using the Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II (NSGAI) Based on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Life Cycle Assessment (LCA) for Energy Consumption: A Case Study // *Sustainability*. — 2023. — Vol. 15. — Iss. 21:15647. — URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/21/15647> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/su152115647
- [12] Baptista J.F., Kokare S., Francisco A.V., Godina R., Aelenei D. A comparative life cycle assessment of ETICS and ventilated façade systems with timber cladding // *Energy and Buildings*. — 2024. — Vol. 304:113842. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113842> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.enbuild.2023.113842
- [13] Bianchi S., Andriotis C., Klein T., Overend M. Multi-criteria design methods in façade engineering: State-of-the-art and future trends // *Building and Environment*. — 2024. — Vol. 250:111184. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111184> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.buildenv.2024.111184
- [14] Feehan A., Nagpal H., Marvuglia A., Gallagher J. Adopting an integrated building energy simulation and life cycle assessment framework for the optimisation of facades and fenestration in building envelopes // *Journal of Building Engineering*. — 2021. — Vol. 43:103138. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103138> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1016/j.job.2021.103138
- [15] Knaack U., Klein T., Bilow M., Auer T. *Facades: Principles of Construction*. — 2nd ed. — Basel: Birkhäuser, 2014. — 135 p.
- [16] Rahla K.M., Mateus R., Bragança L. Selection Criteria for Building Materials and Components in Line with the Circular Economy Principles in the Built Environment — A Review of Current Trends // *Infrastructures*. — 2021. — Vol. 6. — Iss. 4. — Vol. 6:49. — URL: <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/4/49> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.3390/infrastructures6040049
- [17] Wang J., Wei M., Ruan X. Comparison of daylight simulation methods for reflected sunlight from curtain walls // *Building Simulation*. — 2021. — Vol. 14. — Iss. 3. — P. 549–564. — URL: <https://doi.org/10.1007/s12273-020-0701-7> (дата обращения: 13.08.2026). — DOI 10.1007/s12273-020-0701-7

Статья поступила в редакцию 11.08.2026.
Опубликована 30.09.2026.

Федорченко Алексей Владимирович

ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», ООО «ПИ НИИ «Нацпроект», аспирант, генеральный директор, Москва, Российская Федерация
e-mail: 89099804106@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0001-9561-1191

Fedorchenko Aleksei V.

FGBU TsNIIP of the Ministry of Construction of Russia, Design, Survey and Research Institute «NATIONAL PROJECT» LLC, Postgraduate Student, General Director Corresponding Author, Moscow, Russian Federation
e-mail: 89099804106@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0001-9561-1191

Гутников Владимир Анатольевич

кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент РААСН, ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» заместитель генерального директора, Москва, Российская Федерация
e-mail: lomonosov25@rambler.ru
ORCID ID: 0000-0002-6052-8160

Gutnikov Vladimir A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Corresponding Member of RAACS, FGBU TsNIIP of the Ministry of Construction of Russia Deputy General Director, Moscow, Russian Federation
e-mail: lomonosov25@rambler.ru
ORCID ID: 0000-0002-6052-8160

Вклад авторов. А.В. Федорченко — концепция и структура метода, анализ доказательной базы и объектов применения, подготовка рукописи; В.А. Гутников — научное руководство, методологическая проверка и научное редактирование.

Конфликт интересов. А.В. Федорченко связан с организациями, представленными в первичной и проектной документации. Корпоративное портфолио использовано только для фиксации заявленного статуса объектов; независимая проверка ввода и технического состояния не проводилась. В.А. Гутников сообщает об отсутствии конфликта интересов.