

## Раздел 2. Строительство

УДК 693.621:692.2:691.55

### СУЩНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕЗМАЯЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ «МОКРОЙ» ШТУКАТУРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Шаленный<sup>1</sup> В.Г., Замша<sup>2</sup> О.Н., Таджиев<sup>3</sup> А.Ш.

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, институт «Академия строительства и архитектуры»  
295943, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,  
E-mail: <sup>1</sup>v\_shalennyj@mail.ru, <sup>2</sup>belkhome@mail.ru, <sup>3</sup>tadzhiev2009@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность представленного исследования обусловлена целесообразностью рационализации технико-экономических показателей производства штукатурных работ путем внедрения инновационных технологий, снижающих трудоёмкость и стоимость этих процессов. В условиях активной цифровизации строительной отрасли особую значимость приобретает также комплексная интеграция традиционных методов проектирования и строительства с BIM-технологиями для развития системы оценки объектов недвижимости на всех этапах жизненного цикла. В статье представлены результаты производственных испытаний запатентованной технологии выполнения улучшенной и высококачественной штукатурки с применением инновационной рамочной оснастки. Проведён сравнительный анализ с традиционной технологией оштукатуривания по стальным оцинкованным маякам. Экспериментально подтверждено, что предлагаемый усовершенствованный способ производства работ позволяет достичь существенного снижения себестоимости работ на 23–30% при одновременном сокращении технологической трудоёмкости на 22%. Отдельное внимание уделено потенциалу интеграции технологий в BIM-моделирование для повышения точности калькуляции и сокращения затрат ресурсов для их рационализации в жизненном цикле строительных объектов. Доказана экономическая целесообразность и техническая эффективность предложенных решений для массового внедрения в современную строительную практику. Полученные результаты демонстрируют перспективность внедрения предложенных решений в современную строительную практику.

**Предмет исследования:** временные и экономические показатели предлагаемой технологии в сравнении с традиционным методом оштукатуривания по стальным оцинкованным маякам, а также их влияние на точность оценки и управления объектами недвижимости на различных этапах жизненного цикла с применением BIM-технологий.

**Материалы и методы:** анализ состояния вопроса, сравнительная эффективность и детализация сущности предложенной технологической оснастки, описание особенностей и последовательности испытания экспериментального образца, моделирование технико-экономических показателей по результатам производственных испытаний инновационной разработки.

**Результаты:** установлены показатели сравнительной технико-экономической эффективности экспериментального использования нового технологического оснащения для производства работ по улучшенной и высококачественной штукатурке по сравнению с традиционной штукатуркой по маркам и маякам. Предложены направления дальнейшего развития инновационной технологии, включая использование для этого технологий лазерного сканирования поверхностей стен и перегородок до и после их оштукатуривания.

**Выводы:** Разработанная технология с применением инновационной рамочной технологической оснастки продемонстрировала значительный ресурсосберегающий потенциал, обеспечивая ожидаемое снижение себестоимости штукатурных работ на 23-30% и сокращение трудоёмкости на 22% при использовании модернизированной конструкции штукатурной рамки шириной 2,0 м.

Теоретически и экспериментально подтверждена возможность интеграции параметров технологического процесса оштукатуривания в BIM-модели строительства и эксплуатации объектов недвижимости, что позволяет повысить точность калькуляции ресурсов на этапе проектирования на 23-25% по сравнению с традиционными сметными расчётами.

Предложенная методика лазерного сканирования поверхностей с последующей цифровой обработкой данных создает основу для формирования прогнозных моделей эксплуатационных характеристик оштукатуренных поверхностей на всем протяжении жизненного цикла строительного объекта.

**Ключевые слова:** штукатурные работы; безмаячная технология; BIM-моделирование; снижение материалоемкости; жизненный цикл объекта; цифровизация строительства.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции развития строительной отрасли демонстрируют возрастающую роль цифровых технологий в рационализации и даже оптимизации производственных процессов. Анализ мирового опыта [1-3] свидетельствует о необходимости внедрения инновационных решений в технологию штукатурных работ, которые

остаются одной из наиболее трудоёмких операций в строительстве. Так, несмотря на развитие средств механизации, доля ручного труда в штукатурных работах превышает 60% [4], что обуславливает актуальность продолжения исследований в данном направлении. С другой стороны интеграция BIM-технологий в процессы оценки строительной недвижимости позволяет создавать цифровые двойники объектов, обеспечивающие более точный расчёт ресурсов и контроль качества производства

на всех этапах их жизненного цикла [5-10]. В этом контексте разработка и внедрение эффективных технологий штукатурных работ, в том числе «мокрой штукатурки», приобретает особую значимость для совершенствования системы оценки строительных объектов. Эта важность не уменьшается, а наоборот, увеличивается в случае повсеместного внедрения аддитивных технологий строительства.

## **АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ. ФОРМИРОВАНИЕ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ОРГАНИЗАЦИИ ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ**

Анализ выпоненных по данной тематике работ представлен в нашей ранее опубликованной статье [11]. Также изучены и другие публикации, которые следует учесть в дальнейшей работе. Современные тенденции в области производства штукатурных работ демонстрирует устойчивую тенденцию к интеграции традиционных методов с передовыми цифровыми технологиями. Согласно исследованиям, представленным в немецком справочнике [12], европейский опыт свидетельствует о активном внедрении автоматизированных систем контроля качества, совместимых с BIM-платформами. Это позволяет не только оптимизировать производственные процессы, но и создавать точные цифровые двойники объектов для последующего управления на всех этапах жизненного цикла.

В работе Андреевой Е.А. [2] подчеркивается, что современные требования к качеству отделочных работ напрямую связаны с необходимостью обеспечения точного соответствия исполнительной документации проектным значениям. Механизация процессов с использованием штукатурных станций Knauf PFT G4 [13, 14] демонстрирует не только повышение производительности, но и значительное улучшение качества работ, что является критически важным для интеграции с системами информационного моделирования.

Особый интерес представляет исследование Верстова В.В. [3], в котором детально анализируются процессы устройства монолитных штукатурных покрытий. Автор отмечает, что применение современных гипсовых смесей в сочетании с цифровыми методами контроля позволяет достичь отклонений не более 1-2 мм от проектных значений, что соответствует требованиям BIM-стандартов.

Перспективным направлением развития отрасли является внедрение роботизированных комплексов. Как показывают исследования Шарапова Р.Р. [4], современные роботы-штукатуры способны не только автоматически наносить смеси, но и интегрироваться с системами лазерного сканирования для непрерывного контроля качества. Однако, как справедливо отмечают Шихов Н.С. [15]

и Шарапов Р.Р. [16], большинство отечественных разработок в этой области пока находятся на стадии экспериментальных исследований и, что более важно, требуют значительных капиталовложений.

Важным аспектом современных исследований является разработка методик оценки экономической эффективности внедрения новых технологий. В работе Гумеровой Э.И. [13] предложена комплексная методика расчета приведенных затрат, учитывающая как прямые расходы на материалы и оборудование, так и косвенные эффекты от повышения точности работ и снижения сроков выполнения.

Особого внимания заслуживает исследование Смышляевой Е.Г. [6], посвященное применению BIM-технологий для оптимизации процессов отделочных работ. Автор демонстрирует, что использование информационного моделирования позволяет снизить объем непредвиденных работ на 15-20% за счет точного расчета необходимых материалов и выявления потенциальных конфликтов на ранних стадиях проектирования.

В контексте управления жизненным циклом строительных объектов значительный интерес представляет статья докторов технических наук, профессоров Федосова С.В., Е.А.Король и Баканова М.О. [8]. Здесь, при определении тенденций развития BIM – технологий, в контексте обеспечения безопасных условий труда в строительстве, авторами был произведен анализ применения данных технологий в следующих концептуальных направлениях: управление строительным производством и охраной труда; 4-D планирование работ и расписаний производственных задач; визуализация и/или имитационное моделирование; взаимодействие и коммуникации; определение вредных факторов производства. В ходе анализа были определены преимущества и недостатки использования информационного моделирования в контексте совершенствования организации охраны труда в строительстве по каждому из концептуальных направлений развития BIM - технологий. На основе анализа нормативных правовых актов и нормативно-технической документации представлена совокупность из 68 источников, показывающая динамику развития и внедрения информационного моделирования объектов капитального строительства в России.

Инновационным направлением является исследование Пименова С.И. [9], посвященное декомпозиции цифровых информационных моделей для задач организационно-технологического проектирования. Предложенный автором подход позволяет детализировать процессы штукатурных работ до уровня отдельных операций, что может значительно повысить точность калькуляции ресурсов и времени. Перспективы развития отрасли, как показано в работе Сокольников В.В. [10], связаны с созданием комплексных систем оперативного управления производственными процессами на основе данных цифрового

мониторинга. Такие системы позволяют в реальном времени отслеживать выполнение работ и вносить корректировки в технологические процессы.

Значительный потенциал представляет использование промышленных отходов в производстве сухих строительных смесей, как это описано в исследовании Чередниченко Т.Ф. [17]. Разработанные авторами составы не только снижают экологическую нагрузку, но и демонстрируют улучшенные эксплуатационные характеристики.

Особого внимания заслуживают работы по аддитивным технологиям в строительстве [18, 19], где рассматриваются перспективы 3D-печати строительных конструкций. Как показывают исследования Адамцевича Л.А., эти технологии открывают новые возможности для создания сложных геометрических форм, однако требуют разработки новых эффективных организационно-технологических решений для последующей отделки полученных таким образом вертикальных поверхностей строительных конструкций.

В контексте оценки ресурсоемкости объектов недвижимости важным является исследование профессора Кожемяки С.В. [20], где изложена методика более точного расчета расходования материалов с учетом качества поверхности основания. Эта методика позволяет повысить точность сметных расчетов и рационализировать планирование ресурсов.

Проведенный анализ научно-технической литературы и патентных источников, включая и наши предыдущие исследования и разработки [11], свидетельствует о формировании новых подходов к совершенствованию штукатурных технологий. Особенностью современного этапа является интеграция традиционных производственных процессов с цифровыми системами управления, что создает предпосылки для принципиального изменения методологии оценки ресурсоемкости объектов недвижимости.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В отличие от традиционных методов, ориентированных преимущественно на стоимостные показатели, современные разработки в области изоляционно-отделочных работ все чаще включают элементы систем лазерного сканирования поверхностей; автоматизированный контроль толщины покрытий, а также цифровую фиксацию организационно-технологических параметров строительных процессов. Эти инновации позволяют формировать детализированные базы данных для последующей интеграции в BIM-модели объектов [21] с созданием цифровых двойников технологических процессов открывает новые возможности для:

- прогнозирования эксплуатационных характеристик отделочных покрытий;

- оптимизации сроков проведения ремонтных работ;

- более точного прогнозирования протекания жизненного цикла конструкций.

Особый интерес представляет разработка алгоритмов учета взаимосвязи между технологическими параметрами штукатурных работ и стоимостью объектов недвижимости. Проведенный анализ патентных источников показал также рост числа технических решений, направленных на:

- автоматизацию контроля качества отделочных работ;

- создание систем аппаратно-программных решений и новых технологий обработки и анализа данных;

- разработку цифровых паспортов отделочных покрытий

Перспективным направлением является создание комплексных систем управления, объединяющих данные о технологических параметрах штукатурных работ с финансовыми моделями оценки недвижимости. Это позволит перейти от традиционных методов сметного расчета к динамическим моделям оценки, учитывающим реальные показатели качества и долговечности отделочных покрытий.

Таким образом, современные исследования демонстрируют комплексный подход к совершенствованию, в том числе, и технологий отделочных работ, сочетающий традиционные методы с передовыми цифровыми решениями. Предлагаемая в данном исследовании технология с рамочной оснасткой представляет собой возможную, проверенную на практике, реализацию этого подхода, обеспечивая совместимость с BIM-системами и возможность интеграции в современные системы управления строительством.

Экспериментальные исследования работоспособности и эффективности инновационного технологического оснащения «мокрой» штукатурки проводились в летний период 2024 года на объекте индивидуального жилищного строительства в пригородной зоне г. Симферополя. Особенностью предварительно разработанной экспериментальной методики стало комплексное документирование процесса с применением цифровых технологий контроля качества. Все этапы работ, включая подготовительные операции и нанесение подстилающих и выравнивающих слоев, фиксировались с помощью системы многоракурсной видеосъемки с последующей компьютерной обработкой временных параметров наблюдаемых технологических процессов (Рис. 1).

Подготовительный этап включал возможность применения в будущем многоканального лазерного сканирующего оборудования для относительно быстрого создания цифровой модели поверхности ограждающей конструкции (Рис. 2). Ведь трехмерное сканирование позволяет идентифицировать зоны максимального отклонения плоскости стены и рационализировать таким

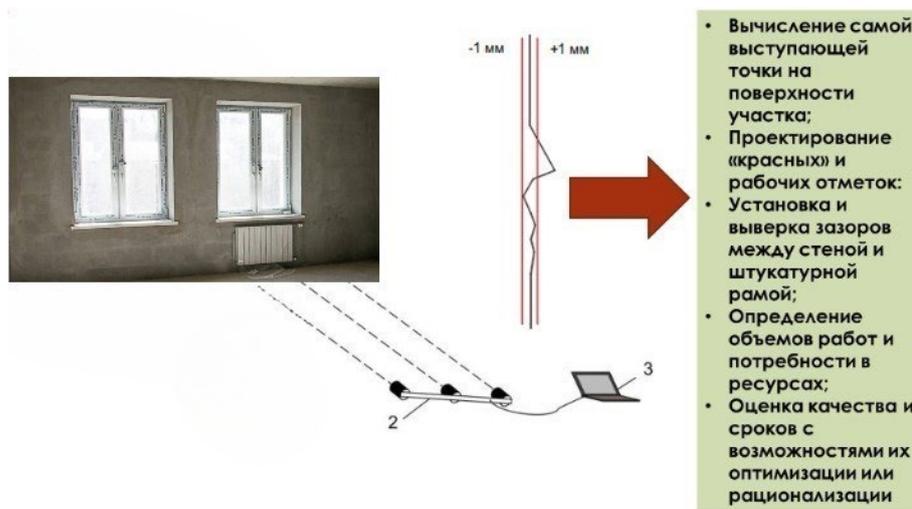
образом возможное расположение монтажных элементов. Для ускорения процесса, разметочные операции выполнялись с использованием временных шаблонов на основе элементов той же

инновационной штукатурной рамы, что обеспечило требуемую точность позиционирования временных анкерных креплений.



**Рис. 1.** Видеофиксация операций приготовления, нанесения и разравнивания раствора правилом под окончательную отделку оштукатуренная поверхность перегородки с использованием установленной и выверенной технологической оснастки – штукатурной рамы из алюминиевых уголков подобранного поперечного сечения.

**Fig. 1.** Video recording of the preparation, application, and leveling of the solution with a rule for the final finishing of the plastered surface of the partition using the installed and calibrated technological equipment – a plaster frame made of aluminum corners of the selected cross-section.

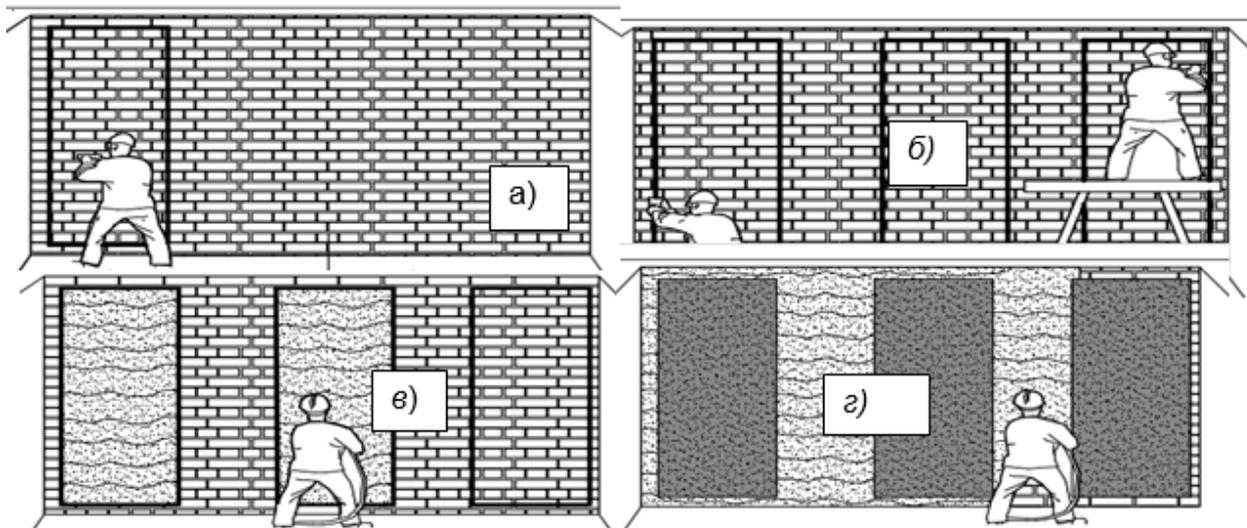


**Рис. 2.** Автоматизация подготовки оштукатуривания и контроль его качества по методике Астраханского ГАСАСУ [22, 23] для BIM-модели процесса и его рационализации: 1- поверхность стены, 2 – блок датчиков расстояний и углов; 3 – персональный компьютер.

**Fig. 2.** Automation of plastering preparation and quality control according to the Astrakhan GASASU [22, 23] method for the BIM model of the process and its rationalization: 1- wall surface, 2 – block of distance and angle sensors; 3 – personal computer.

Технологической особенностью монтажа стало применение регулировочных анкерных систем с торцевым шестигранным углублением, позволивших точно позиционировать несущую раму относительно базовой плоскости, подлежащей оштукатуриванию. Калибровка положения осуществлялась посредством высокоточной регулировки гаек, обеспечивающей соблюдение проектного расстояния для формирования слоёв штукатурного покрытия заданной толщины (Рис. 3).

Процесс приготовления раствора был оптимизирован за счет использования стандартизированных емкостей и электроинструмента с калиброванными насадками. Нанесение штукатурной смеси производилось с применением комбинированной схемы с последующим выравниванием специализированным алюминиевым правилом, адаптированным под геометрию рамы.



**Рис. 3.** Схема организации штукатурных работ на одной стене по предлагаемой технологии: а) – провешивание и разметка отверстий, б) – установка и выверка положения штукатурных рамок, в) заполнение и разравнивание поверхности раствора внутри рамки, г) – то же, в оставшихся полосах после демонтажа указанных приспособлений  
**Fig. 3.** Scheme of organizing plastering work on one wall using the proposed technology: a) – checking and marking the holes, b) – installing and adjusting the position of the plaster frames, c) – filling and leveling the surface of the solution inside the frame, d) – the same in the remaining strips after removing the specified devices

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Результаты хронометражных наблюдений и измерения фактических затрат материалов уже представлены в статье Совершенствование технологии штукатурных работ с применением безмаячного метода в контексте цифровой трансформации строительства [24]. Сравнительный анализ с традиционной технологией оштукатуривания по стальным оцинкованным маякам показал, что при использовании опытного образца рамы шириной 1,25 м удельная трудоемкость составила 12,5 чел.-мин./м<sup>2</sup> против 11,1 чел.-мин./м<sup>2</sup> у традиционного метода. Однако моделирование аналогичного процесса для смодернизированной рамы шириной 2,0 м демонстрирует снижение трудозатрат до 8,7 чел.-

мин/м<sup>2</sup>, что соответствует уменьшению трудоемкости процесса оштукатуривания на 21,6%.

Экономический анализ выявил также и значительное снижение материалоемкости: стоимость материалов предложенной технологии составила 160 руб./м<sup>2</sup> против 248,6 руб./м<sup>2</sup> у традиционного метода. При этом не учитывались затраты на сами стальные маяки одноразового использования. С учетом оцененной рационализации трудовых затрат, себестоимость квадратного метра покрытия, по прогнозу, снижается с 598,6 до 460 руб. в ценах середины 2024 года. Но для подтверждения выдвинутого предположения планируется проведение следующего цикла аналогичных производственных экспериментов, для чего уже произведена модернизация нашей инновационной штукатурной рамы с увеличением ее ширины до двух метров (Рис. 4).



**Рис.4.** Увеличение длины поперечины технологической оснастки до 2 м на заклепочном соединении уголков из алюминия

**Fig.4.** Increasing the length of the crossbar of the technological equipment to 2 m using riveted aluminum angles

Важным аспектом дальнейшего исследования стала разработка методики интеграции параметров технологии в BIM-модели. Лазерное сканирование поверхностей до и после оштукатуривания позволяет создать библиотеку отклонений для прогнозирования затрат материальных и трудовых ресурсов. Перспективным направлением развития

исследования представляется также приспособление нашей технологии для отделки поверхностей, полученных методом аддитивного строительства [17, 18], а также объединение с системами автоматизированного контроля качества на основе машинного зрения и искусственного интеллекта.

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие научно-практические выводы:

1. Разработанная технология с применением инновационной рамочной технологической оснастки продемонстрировала значительный ресурсосберегающий потенциал, обеспечивая ожидаемое снижение себестоимости штукатурных работ на 23-30% и сокращение трудоемкости на 22% при использовании модернизированной конструкции штукатурной рамки шириной 2,0 м.

2. Теоретически и экспериментально подтверждена возможность интеграции параметров технологического процесса оштукатуривания в BIM-модели строительства и эксплуатации объектов недвижимости, что позволяет повысить точность калькуляции ресурсов на этапе проектирования на 23-25% по сравнению с традиционными сметными расчётами.

3. Предложенная методика лазерного сканирования поверхностей с последующей цифровой обработкой данных создает основу для формирования прогнозных моделей эксплуатационных характеристик оштукатуренных поверхностей на всем протяжении жизненного цикла строительного объекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вахмистров А.И. Индустриальное домостроение. – СПб.: Славутич, 2019, 260с.
- Андреева Е.А. Анализ динамики производительности труда в строительной отрасли России /Е. А. Андреева //Вестник гражданских инженеров. – 2017, №4(63), С. 243-250.
- Верстов В.В. Исследование процесса устройства монолитного штукатурного покрытия стен при отделке помещений гипсовыми смесями /В.В. Верстов, Д.Д. Тишкин //Вестник гражданских инженеров. – 2010, №2(23), С. 109-114.
- Шарапов Р.Р., Кайтуков, Б.А., Степанов, М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т.78. №7. С.5-8.
- Шарапов Р. Р. Описание динамики вибрационного оштукатуривания вертикальных стен / Р. Р. Шарапов, Н. С. Шихов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024, №3. С.666-671.
- Смышляева Е. Г. Актуальность использования BIM-технологий в строительной отрасли //Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №3. С. 279-282.
- Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15–17 мая 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – 381с.
- Федосов С. В. Систематизация цифровых решений по обеспечению безопасных условий труда на основе информационных моделей объектов строительства /С. В. Федосов, Е. А. Король, М. О. Баканов // Строительство и техногенная безопасность. – 2023. – №29(81). – С. 41-57.
- Пименов С. И. Уровни декомпозиции строительных цифровых информационных моделей (4D-моделей) для задач организационно-технологического моделирования строительного производства / С. И. Пименов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2023. – № 2(770). – С. 65-78.
- Сокольников В.В., Молодцов М.В. Информатизация организации строительного производства и оперативного управления //Вестник МГСУ. 2024; №19(6): С.1006-1015.
- Шаленный В. Т., Обоснование, разработка и изготовление экспериментального образца технологического оснащения улучшенной и высококачественной штукатурки стен и перегородок /В. Т. Шаленный, А. Ш. Таджиев, А. Э. Халилов //Строительство и техногенная безопасность. – 2023, № 31(82), С.99-110.
- Росс Х., Шталь Ф. Штукатурка. Материалы, техника производства работ, предотвращение дефектов. Из-во РИА Квинтет, 2006. – 300с.
- Гумерова Э.И., Гамаюнова, О.С. Способы производства штукатурных работ //Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №7(46). С.7-16.
- Завражин Н.Н. Штукатурные работы высокой сложности: учеб. пособие для нач. проф. образования /Н. Н. Завражин. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 192с.
- Шихов Н. С. Обзор конструкций машин для штукатурки стен / Н. С. Шихов // Технологии бетонов. – 2022. – №4(183). – С. 75-77. – EDN KHMWUI.
- Шихов Н. С. Робот-штукатур, как средство механизации в строительстве / Н. С. Шихов, Р. Р. Шарапов // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования - 2023: Сборник докладов IV Национальной научной конференции, Москва, 15 декабря 2023 года. – Москва: Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), 2024, – С.898-904.
- Чередниченко Т. Ф., Мамиргов, М. У. Совершенствование современных технологий производства штукатурных работ //Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 4(81). С. 274—282.
- Топчий, Д. В. Интеграция информационного моделирования зданий и цифрового двойника в процессе строительства проекта / Д. В. Топчий, О. Д. Альоода // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № 1. – EDN JNEHEN.
- Адамцевич А. О., Аддитивное строительное производство: обзор мирового опыта / А. О. Адамцевич, Л. А. Адамцевич, А. П. Пустовгар //

Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 12. – С. 83-97. – DOI 10.33622/0869-7019.2023.12.83-97. – EDN GVFBHM.

20. Кожемяка С. В., Определение расхода сухой смеси производства компании "KNAUF" при устройстве монолитных стяжек с учетом качества поверхности основания /С. В. Кожемяка //Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2020. – №6(146). – С. 27-31. – EDN NXUUMQ.

21. Шеина С. Г., Устойчивое развитие. Энерго- и ресурсосбережение. BIM-технологии в строительной отрасли / С. Г. Шеина, И. Ю. Зильберова, А. А. Федоровская [и др.]. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. – 166 с.

22. Патент № 2559168 С1 Российская Федерация, МПК G01B 11/255. способ бесконтактного определения кривизны поверхности строительной конструкции: № 2014110171/28: заявл. 17.03.2014: опубл. 10.08.2015 / Н. А. Иванникова, О. А. Жолобова, А. Л. Жолобов [и др.]; заявитель Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области высшего профессионального образования "Астраханский инженерно-строительный институт" (ГАОУ АО ВПО "АИСИ"). – EDN DQAYWF.

23. Патент на полезную модель № 157690 U1 Российская Федерация, МПК G01B 11/00. прибор для бесконтактного контроля ровности поверхности строительных конструкций: № 2015121030/28: заявл. 02.06.2015: опубл. 10.12.2015 / Н. А. Иванникова, О. А. Жолобова, А. Л. Жолобов [и др.]; заявитель ГАОУ Астраханской области высшего профессионального образования "Астраханский инженерно-строительный институт" (ГАОУ АО ВПО "АИСИ"). – EDN KSGROO.

24. Шаленный В. Т., Олейник П. П., Пахомова Л. А., Замша О. Н., Таджиев А. Ш., Совершенствование технологии штукатурных работ с применением безмаячного метода в контексте цифровой трансформации строительства // Строительное производство. – 2025, № 3, С.112-120, DOI: 10.54950/26585340\_2025\_3\_112.

## REFERENCES

1. Vakhmistrov A.I. Industrial housing construction. – St. Petersburg: Slavutych, 2019. – 260p. (rus).

2. Andreeva E.A. Analysis of labor productivity dynamics in the construction industry of Russia /E. A. Andreeva //Bulletin of Civil Engineers. – 2017. – No 4(63). – Pp. 243-250. – doi.org/1999-5571-2017-14-4-243-250. (rus)

3. Verstov V.V. Investigation of the process of installing monolithic plaster coating of walls when finishing rooms with gypsum mixtures / V.V. Verstov, D.D. Tishkin //Bulletin of Civil Engineers. – 2010, No 2(23), Pp.109-114. (rus).

4. Sharapov R.R., Kaitukov, B.A., Stepanov, M.A. Some problems of dynamics and reliability of

construction machinery // Mechanization of construction. 2017. Vol.78. No. 7. pp.5-8.

5. Sharapov R. R. Description of the dynamics of vibration plastering of vertical walls / R. R. Sharapov, N. S. Shikhov // News of Tula State University. Technical Sciences. – 2024, No. 3. P.666-671. (rus).

6. Smyshlyaeva E. (2022). The Relevance of Using BIM Technologies in the Construction Industry. Bulletin of Science and Practice, 8(3), Pp.279-282. (rus).

7. Information modeling in construction and architecture problems: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, May 15–17, 2024. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2024. – 381 p. (rus).

8. Fedosov S.V. Systematization of digital solutions to ensure safe working conditions based on information models of construction objects /S. V. Fedosov, E. A. Korol, M. O. Bakanov // Construction and technogenic safety. – 2023. – No. 29(81). – p. 41-57. (rus).

9. Pimenov S.I. Levels of decomposition of 4D models for the tasks of organizational and technological modeling of construction production. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2023; (2): p.65–78. (rus).

10. Sokolnikov V.V., Molodtsov M.V. Informatization of construction production organization and operational management. Vestnik MGSU. 2024;№19(6): Pp.1006-1015. (rus).

11. Shalenny V. T., Tadzhiyev A. Sh., Khalilov A. E. Substantiation, development and production of an experimental sample of technological equipment of improved and high-quality plaster walls and partitions. Construction and technogenic safety/ – 2023. – № 31(83). – Pp.99-110. (rus).

12. Ross H., Stahl F. Plaster. Materials, work technique, defect prevention. From RIA Quintet, 2006. – 300p. (rus).

13. Gumerova E.I., Gamayunova O.S. Methods of plastering works. Construction of Unique Buildings and Structures, 2016, 7 (46), Pp.7-16. (rus).

14. Zavrazhin N.N. Plastering works of high complexity: textbook. Guide for beginners prof. education /N. N. Zavrazhin. - 2nd ed., erased. - M.: Publishing center "Academy", 2010. - 192p.(rus).

15. Shikhov N. S. Overview of the structures of machines for plastering walls / N. S. Shikhov // Technology of concrete. – 2022. – №4(183). – Pp. 75-77. – EDN KHMWUI.

16. Shikhov N. S. Robot plasterer as a means of mechanization in construction / N. S. Shikhov, R. R. Sharapov // Current problems of the construction industry and education - 2023: Collection of reports of the IV National Scientific Conference, Moscow, December 15, 2023. – Moscow: Moscow State University of Civil Engineering (national research university), 2024, – P.898-904. (rus).

17. Cherednichenko T. F. Mamirgov, M. U. Improvement of modern technologies for the production of plastering works]. Vestnik Volgogradskogo

gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura. Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2020, pp. 274—282. (rus).

18. Topchiy D.V., Alyooda O.J. Integration of building information modeling and digital twin in project construction. The Eurasian Scientific Journal. 2025;17(1): 39SAVNI25.

19. Adamtsevich A. O. Additive construction production: a review of world experience / A. O. Adamtsevich, L. A. Adamtsevich, A. P. Pustovgar // Industrial and civil engineering. – 2023. – № 12. – pp. 83-97. – DOI 10.33622/0869-7019.2023.12.83-97. – EDN GVFBHM.

20. Kozhemyaka S. V., Determination of the consumption of a dry mixture produced by KNAUF when installing monolithic screeds, taking into account the surface quality of the base /S. V. Kozhemyaka //Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. – 2020. – №6(146). – Pp. 27-31. – EDN NXUUMQ.

21. Sheina S. G., Sustainable development. Energy and resource saving. BIM technologies in the construction industry /S. G. Sheina, I. Yu. Zilberova, A. A. Fedorovskaya [etc.]. – Rostov-on-Don: Don State Technical University, 2023. – 166p. (rus).

22. Patent No. 2559168 C1, Russian Federation, IPC G01B 11/255. Method for Non-Contact Determination of the Curvature of the Surface of a Building Structure: No. 2014110171/28, filed on March 17, 2014, published on August 10, 2015 / N. A. Ivannikova, O. A. Zholobova, A. L. Zholobov [et al.]; applicant: Astrakhan State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "Astrakhan Institute of Engineering and Construction" (GAOU AO VPO "AISI"). – EDN DQAYWF.

23. Utility model patent No. 157690 U1 Russian Federation, IPC G01B 11/00. device for contactless control of the surface evenness of building structures: No. 2015121030/28: application. 06/02/2015: publ. 12/10/2015 / N. A. Ivannikova, O. A. Zholobova, A. L. Zholobov [et al.]; applicant: Astrakhan Engineering and Construction Institute, State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education of the Astrakhan Region (GAOU AO VPO AISI). – EDN KSGROO.

24. Shalenny V. T., Oleinik P. P., Pakhomova L. A., Zamsha O. N., Tadzhiyev A. Sh., Improving the Technology of Plastering Works Using a Non-Lighthouse Method in the Context of the Digital Transformation of Construction// Construction Production. – 2025, No. 3, pp. 112-120, DOI: 10.54950/26585340\_2025\_3\_112.

## ESSENCE, EFFECTIVENESS, AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BIM-BASED WET STUCKEY TECHNOLOGY

Shalenny<sup>1</sup> V.T., Zamsha<sup>2</sup> O.N., Tadzhiyev<sup>3</sup> A.S.

<sup>1</sup> Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute of Academy of Construction and Architecture  
295943, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya str., 181,  
e-mail: <sup>1</sup>v\_shalennyj@mail.ru, <sup>2</sup>belkhome@mail.ru, <sup>1</sup>tadzhiyev2009@mail.ru

**Abstract.** The relevance of the presented research is due to the expediency of rationalizing the technical and economic indicators of plastering production by introducing innovative technologies that reduce the labor intensity and cost of these processes. In the context of active digitalization of the construction industry, the integrated integration of traditional design and construction methods with BIM technologies is also of particular importance for the development of a system for assessing real estate objects at all stages of the life cycle. The article presents the results of production tests of a patented technology for performing improved and high-quality plastering using innovative frame equipment. A comparative analysis has been conducted with the traditional technology of plastering using steel galvanized beacons. It has been experimentally confirmed that the proposed improved method of work production allows for a significant reduction in the cost of work by 23-30%, while simultaneously reducing.

**Subject:** The article examines the time and economic performance of the proposed technology in comparison with the traditional method of plastering using steel galvanized beacons, as well as its impact on the accuracy of real estate assessment and management at various stages of the life cycle using BIM technologies.

**Materials and methods:** Analysis of the state of the issue, comparative efficiency and detailing of the essence of the proposed technological equipment, description of the features and sequence of testing the experimental sample, and modeling of technical and economic indicators based on the results of production tests of the innovative development.

**Results:** The article establishes the indicators of comparative technical and economic efficiency of the experimental use of new technological equipment for the production of improved and high-quality plastering compared to traditional plastering using marks and beacons. The article also proposes directions for further development of innovative technology, including the use of laser scanning technologies for the surfaces of walls and partitions before and after plastering.

**Conclusions:** The conducted research allows us to formulate the following scientific and practical conclusions:

1. The developed technology using innovative frame technological equipment demonstrated significant resource-saving potential, providing an expected 23-30% reduction in the cost of plastering work and a 22% reduction in labor intensity when using a modernized 2.0 m wide plastering frame.
2. The possibility of integrating the parameters of the plastering process into BIM models of construction and operation of real estate objects has been theoretically and experimentally confirmed, which allows for a 23-25% increase in the accuracy of resource calculations during the design phase compared to traditional cost estimates.
3. The proposed method of laser scanning of surfaces, followed by digital data processing, provides a basis for creating predictive models of the performance characteristics of plastered surfaces throughout their entire life cycle.

**Key words:** plastering; beaconless technology; BIM modeling; reduction of material consumption; object lifecycle; digitalization of construction..