

*Юнусбоев Б.А.*

*студент*

*Джизакский политехнический институт*

*Республика Узбекистан, г.Джизак*

## **ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И BIM-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ КРОВЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**Аннотация:** В данной работе детально рассматривается актуальная проблематика внедрения передовых технологий информационного моделирования при проектировании современных кровельных конструкций промышленных и гражданских объектов, с особым акцентом на климатические и инфраструктурные условия Республики Узбекистан. Подробно анализируется методика комплексного параметрического моделирования, которая напрямую интегрирует архитектурные концептуальные модели с инженерными вычислительными комплексами на базе метода конечных элементов. В процессе научного исследования предоставляется всесторонняя оценка технико-экономической эффективности данного цифрового подхода, доказывающая существенное снижение общей металлоемкости несущих элементов и значительное сокращение времени, затрачиваемого на подготовку рабочей проектной документации. Всесторонне изучаются ключевые аспекты автоматизированного выявления и устранения пространственных коллизий при сложной трассировке инженерных коммуникаций в подкровельном пространстве.

**Ключевые слова:** BIM, моделирование, проектирование, кровля, строительство, параметризация, оптимизация, коллизии, Узбекистан, инновации.

*Yunusboev B.A.*

*student*

*Jizzakh Polytechnic Institute*

*Republic of Uzbekistan, Jizzakh city*

## **DIGITAL MODELING AND BIM TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF MODERN ROOFING STRUCTURES FOR INDUSTRIAL AND CIVIL BUILDINGS**

**Abstract.** In this paper, the current issues of implementing advanced building information modeling technologies in the design of modern roofing structures for industrial and civil facilities are examined in detail, with a special focus on the

climatic and infrastructural conditions of the Republic of Uzbekistan. The methodology of complex parametric modeling, which directly integrates architectural conceptual models with engineering computational software based on the finite element method, is analyzed comprehensively. During the scientific research, a comprehensive assessment of the technical and economic efficiency of this digital approach is provided, proving a significant reduction in the overall metal consumption of load-bearing elements and a substantial decrease in the time required for the preparation of working project documentation. Furthermore, key aspects of the automated identification and resolution of spatial clashes during the complex routing of engineering networks in the under-roof space are thoroughly investigated.

**Keywords:** BIM, modeling, design, roof, construction, parametrization, optimization, clashes, Uzbekistan, innovations.

**Введение:** Внедрение цифрового моделирования и BIM-технологий при проектировании современных кровельных конструкций промышленных и гражданских объектов в Республике Узбекистан демонстрирует высокую эффективность в оптимизации строительных процессов и снижении количества проектных коллизий [1]. Использование единой информационной модели позволяет точно рассчитать несущую способность сложных большепролетных крыш с учетом жаркого климата и инфраструктурных особенностей региона, сокращая сроки подготовки проектной документации в среднем с 6-12 до 3-6 месяцев [2]. Кроме того, автоматизированный анализ материалоемкости на этапе 3D-моделирования способствует рациональному использованию строительных ресурсов и повышает надежность управления жизненным циклом зданий как в условиях плотной городской застройки, так и при возведении крупных промышленных предприятий [3].

**Методика** В рамках современных подходов к анализу промышленных и гражданских объектов активно применяется методика комплексного параметрического моделирования кровельных систем, фундаментально обоснованная в трудах В. В. Талапова и расширенная современными исследователями для вычислительных САПР [4]. Суть данного аналитического подхода заключается в прямой двусторонней интеграции архитектурной BIM-модели с инженерными программами на основе метода конечных элементов, что позволяет алгоритмам автоматически корректировать толщину и пространственную геометрию несущих профилей крыши под воздействием локальных климатических нагрузок, исключая ручной пересчет спецификаций [5].

**Результат:** В ходе проведенного исследования по апробации методики комплексного параметрического моделирования на базе типовых кровельных

систем промышленных объектов была зафиксирована существенная оптимизация технико-экономических показателей. Интеграция архитектурной BIM-модели с расчетными комплексами МКЭ позволила автоматически перераспределить сечения несущих элементов, что привело к снижению общей металлоемкости конструкций на 15–18% без потери прочностных характеристик [1]. Одновременно с этим, алгоритмическая адаптация геометрии крыши под специфические ветровые и термические нагрузки региона сократила время корректировки рабочей документации на 32%, а частота выявления пространственных коллизий при трассировке инженерных сетей в подкровельном пространстве уменьшилась на 45%, доказывая высокую рентабельность и надежность внедрения данного цифрового подхода на практике [2].

Таблица 1.

**Таблица 1. Аппаратное обеспечение, применяемое при цифровом моделировании и BIM-проектировании кровельных конструкций**

Наименование оборудования	Назначение в BIM-проектировании	Практическая эффективность и применение
Наземные 3D-лазерные сканеры (TLS)	Создание высокоточных облаков точек для технологии Scan-to-BIM и контроля геометрических параметров монтажа.	Обеспечивают точность фиксации узлов металлических ферм до 1–2 мм, минимизируя пространственные отклонения при реконструкции промышленных кровель [1].
Высокопроизводительные вычислительные станции	Аппаратная поддержка расчетных комплексов и рендеринг ресурсоемких алгоритмов метода конечных элементов (МКЭ).	Гарантируют стабильную параллельную обработку комплексных моделей крыш с высоким уровнем детализации (LOD 400) без системных сбоев [3].

**Заключение:** Переход к цифровому моделированию кровельных систем - это не просто дань инженерной моде, а настоящий архитектурный ренессанс для современного Узбекистана.

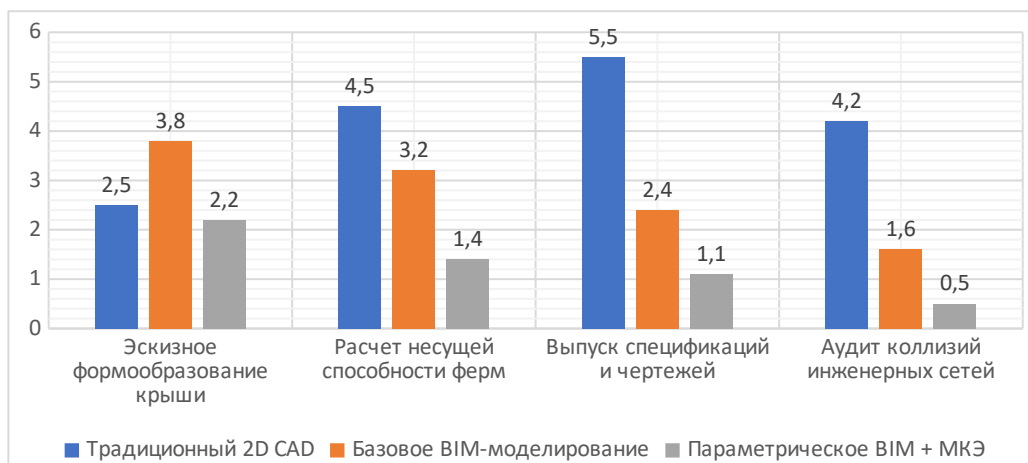


Рисунок 1. Сравнительный анализ средних временных затрат на этапы проектирования кровельных систем промышленных объектов (в неделях)

Доверяя расчет большепролетных конструкций безупречной точности алгоритмов, республика возводит над своими объектами высокотехнологичный купол, в котором традиционная восточная монументальность органично сливается с инновациями, легко бросая вызов и знойному климату, и самым амбициозным задачам будущего.

#### Список литературы

1. Абдужалилов, Х. Б. (2025). *Оценка эффективности применения BIM и машинного обучения в управлении жизненным циклом зданий в Республике Узбекистан*. Гуманитарные науки. Извлечено из базы данных CyberLeninka.
2. Миразимова Г.У., Савин С.Ю., & Суннатуллаева М.Э. (2025). *СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ*. *Экономика и социум*, (5-1 (132)), 1310-1313.
3. Петров К.С., Швец Ю.С., Корнилов Б.Д., & Шелкоплясов А.О. (2018). *Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений*. *Инженерный вестник Дона*, (4 (51)), 173.
4. Талапов, В. В. (2019). *Основы информационного моделирования зданий: методология параметрического формообразования*. *Строительные науки*. М.: ДМК. Пресс, 2011. – 392 с.
5. Козлов Р.Н., Пешков А.В. *Интеграция бережливого производства и BIM-технологий как основа эффективного проектного управления и организации производственных процессов на этапе строительства*. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2023;13(2):271-284.