

Лапшина Алина Павловна
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы (РУДН)»

**Параметрическая оптимизация модульных конструкций как инструмент
повышения экономической эффективности развития труднодоступных рекреационных
территорий**

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения параметрического проектирования для повышения экономической эффективности создания туристской инфраструктуры в труднодоступных рекреационных зонах. Актуальность исследования обусловлена необходимостью освоения территорий с высоким туристско-рекреационным потенциалом при ограниченных инвестиционных ресурсах и высоких затратах на строительство. Цель работы заключается в разработке подхода к параметрической оптимизации модульных конструкций, позволяющего учитывать транспортные, эксплуатационные и экологические факторы при принятии проектных решений. Методология исследования основана на анализе научной литературы в области архитектурного проектирования, параметрического моделирования и устойчивого развития туризма. В результате выявлены основные экономические преимущества модульных конструкций и предложена модель параметрической оптимизации, направленная на снижение совокупных затрат на протяжении жизненного цикла объекта.

Ключевые слова: параметрическое проектирование, модульные конструкции, туристская инфраструктура, рекреационные территории, экономическая эффективность, инвестиционные затраты, устойчивый туризм.

Lapshina Alina Pavlovna
FSAEI HE "Peoples' Friendship University of Russia
named after Patrice Lumumba (RUDN) "

**Parametric optimization of modular structures as a tool for enhancing the economic
efficiency of developing remote recreational areas**

Abstract. The article examines the application of parametric design methods to improve the economic efficiency of developing tourism infrastructure in remote recreational areas. The relevance of the study is determined by the need to develop territories with high tourism potential under conditions of limited investment resources and high construction costs. The aim of the research is to develop an approach to the parametric optimization of modular structures that takes into account transportation, operational, and environmental factors in decision-making processes. The methodology is based on the analysis of scientific literature in the fields of architectural design, parametric modeling, and sustainable tourism development. The study identifies the key economic advantages of modular construction systems and proposes a parametric optimization model aimed at reducing total life-cycle costs. The results demonstrate that the use of digital parametric tools contributes to improving investment efficiency, reducing project risks, and enhancing the sustainability of tourism infrastructure in remote territories.

Keywords: parametric design, modular structures, tourism infrastructure, recreational territories, economic efficiency, investment costs, sustainable tourism, digital modeling, life-cycle cost optimization.

В современных условиях развитие туристской отрасли становится одним из важных направлений социально-экономического развития регионов. Особый интерес представляют труднодоступные рекреационные территории, обладающие высоким природным и туристским потенциалом. Однако их освоение связано со значительными капитальными затратами, обусловленными удаленностью объектов, сложностью транспортной логистики и необходимостью создания инженерной инфраструктуры.

Одним из перспективных решений является использование модульных конструкций, обеспечивающих сокращение сроков строительства и снижение затрат на реализацию проектов. Дополнительные возможности повышения эффективности открывает применение параметрического проектирования, позволяющего моделировать различные варианты размещения и конфигурации объектов на основе системы взаимосвязанных параметров [6; 7].

Цель исследования заключается в разработке подхода к параметрической оптимизации модульных конструкций как инструменту повышения экономической эффективности развития труднодоступных рекреационных территорий.

1. Теоретические основы формирования рекреационной архитектуры

Вопросы пространственной организации территорий и формирования устойчивой среды рассматриваются в работах В. Л. Глазычева [1], А. В. Иконникова [2], А. П. Кудрявцева [3] и К. Линча [4]. Исследователи отмечают необходимость комплексного учета природных, социальных и экономических факторов при освоении территорий.

Современные подходы к развитию туристской инфраструктуры основываются на принципах устойчивого развития, предполагающих рациональное использование ресурсов и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду [15]. Для труднодоступных территорий особое значение приобретают решения, позволяющие снизить объем строительных работ и уменьшить инвестиционные риски.

Исследования показывают, что архитектурные характеристики туристских объектов оказывают непосредственное влияние на восприятие территории и туристскую привлекательность дестинации [12]. В связи с этим эффективность туристской инфраструктуры определяется не только экономическими показателями, но и качеством формируемой среды.

2. Параметрическое проектирование как инструмент экономической оптимизации

Параметрическое проектирование представляет собой метод формирования проектных решений на основе алгоритмически связанных параметров [6]. Данный подход позволяет учитывать большое количество факторов одновременно и оперативно корректировать проектные решения при изменении исходных условий.

По мнению Р. Вудбери, основным преимуществом параметрических систем является возможность управления сложными взаимосвязями между различными характеристиками объекта [7]. Это особенно важно при проектировании объектов туристской инфраструктуры в удаленных районах, где даже незначительное изменение проектных параметров может существенно повлиять на стоимость строительства.

Использование алгоритмических методов проектирования позволяет моделировать различные сценарии реализации проекта и выбирать решения, обеспечивающие максимальную эффективность использования ресурсов [8; 9]. Кроме того, параметрические модели создают основу для прогнозирования затрат на протяжении всего жизненного цикла объекта.

3. Экономические преимущества модульных конструкций

Модульные конструкции являются одним из наиболее эффективных инструментов развития туристской инфраструктуры в труднодоступных районах. Их применение обеспечивает высокий уровень заводской готовности элементов, что способствует сокращению сроков строительства и снижению трудозатрат на строительной площадке.

Основными экономическими преимуществами модульных систем являются:

- снижение капитальных затрат на строительство;
- сокращение сроков реализации инвестиционного проекта;

- уменьшение транспортных и логистических расходов;
- возможность поэтапного развития объекта;
- снижение эксплуатационных затрат;
- повышение инвестиционной привлекательности проекта.

Согласно современным исследованиям туристской архитектуры, модульный принцип организации объектов позволяет более эффективно адаптировать инфраструктуру к изменяющимся туристским потокам и сезонным нагрузкам [13].

4. Концепция параметрической оптимизации модульных конструкций

В рамках исследования предлагается модель параметрической оптимизации, учитывающая четыре основные группы факторов:

1. Транспортно-логистические параметры (дальность доставки, доступность территории, стоимость транспортировки);
2. Строительные параметры (объем материалов, скорость монтажа, конструктивная схема);
3. Эксплуатационные параметры (энергопотребление, затраты на обслуживание, срок службы);
4. Экологические параметры (воздействие на природную среду, ресурсопотребление).

Для оценки эффективности проектных решений может использоваться интегральный показатель:

$$E = f(C_1 + C_2 + C_3 + C_4)$$

где:

C_1 — транспортные затраты;

C_2 — строительные затраты;

C_3 — эксплуатационные расходы;

C_4 — экологические издержки.

Минимизация совокупного значения данных показателей позволяет определить наиболее эффективную конфигурацию модульного комплекса.

Исследования в области параметрического выбора площадок подтверждают эффективность цифрового моделирования при принятии решений о размещении объектов и оценке различных сценариев освоения территории [14].

5. Перспективы развития туристской инфраструктуры

В условиях роста внутреннего туризма и повышения интереса к природным территориям особую актуальность приобретает создание экономически эффективных и экологически устойчивых объектов размещения. Параметрическое проектирование позволяет учитывать прогнозируемые туристские потоки, особенности территории и инвестиционные ограничения в рамках единой цифровой модели.

Развитие подобных подходов способствует формированию новых механизмов управления туристской инфраструктурой и создает предпосылки для повышения инвестиционной привлекательности регионов.

Заключение

Проведенное исследование показало, что параметрическая оптимизация модульных конструкций может рассматриваться не только как инструмент архитектурного проектирования, но и как эффективный механизм управления инвестиционными и эксплуатационными затратами при развитии туристской инфраструктуры в труднодоступных рекреационных зонах.

Использование цифровых параметрических моделей позволяет учитывать транспортные ограничения, особенности природной среды и прогнозируемые туристские потоки, что способствует повышению экономической эффективности проектов. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения предложенного подхода при разработке региональных программ развития туризма и планировании инвестиционных проектов.

В условиях роста внутреннего туризма и необходимости освоения новых рекреационных территорий параметрическая оптимизация может стать важным инструментом повышения конкурентоспособности туристской отрасли и обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов [13; 15].

Список источников

1. Глазычев В. Л. Урбанистика. — М.: Европа, 2010. — 576 с.
2. Иконников А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве. — М.: КомКнига, 2006. — 352 с.
3. Кудрявцев А. П. Архитектурная композиция. — М.: Архитектура-С, 2007. — 256 с.
4. Линч К. Образ города. — М.: Стройиздат, 1982. — 328 с.
5. Хайт В. Л. Архитектура и среда. — М.: Стройиздат, 1975. — 240 с.
6. Jabi W. Parametric Design for Architecture. — London: Laurence King Publishing, 2013. — 208 p.
7. Woodbury R. Elements of Parametric Design. — New York: Routledge, 2010. — 248 p.
8. Schumacher P. The Autopoiesis of Architecture. Vol. 1. — London: Wiley, 2011.
9. Tedeschi A. AAD Algorithms-Aided Design. — Rome: Le Penseur, 2014.
10. Kondyli V., Bhatt M., Spyridonos E. Visuo-locomotive complexity as a component of parametric systems // Automation in Construction. — 2020.
11. Boeing G. Measuring the complexity of urban form // Cities. — 2018.
12. Cao H. et al. Effects of tourism architecture shape on perception // Tourism Management. — 2025.
13. Babris M. et al. Organisational typologies for experiential nature tourism architecture // Architecture and Urban Planning. — 2023.
14. Wang X. et al. Parametric site selection based on simulation // Applied Sciences. — 2023.
15. Shahraki A. Sustainable tourism planning // Cogent Business & Management. — 2022.

Сведения об авторе

Лапшина Алина Павловна, магистр, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН)», г. Москва, Россия.

Научный руководитель: Городова Маргарита Николаевна, канд. арх., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН)», г. Москва, Россия.

Information about the author

Lapshina Alina Pavlovna, master students, FSAEI HE "Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN) ", Moscow, Russia.

Scientific supervisor: Gorodova Margarita Nikolaevna, Ph.D. architect, Senior Lecturer, FSAEI HE "Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN) ", Moscow, Russia.