

Исследование по динамике многоэтажных зданий

^{1,2} Великанов Петр Геннадьевич, <https://orcid.org/0000-0003-0845-2880>, pvelikanov@mail.ru

² Артюхин Юрий Павлович, <https://orcid.org/0000-0002-6243-9145>, ArtukhinYP@mail.ru

¹ Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Резюме [PDF RUS](#) Abstract [PDF ENG](#) Полный текст [PDF RUS](#)

Резюме. Проектирование многоэтажных зданий – актуальная задача развития современного мегаполиса. Получение точных решений при исследовании собственных и вынужденных колебаний зданий в рамках модели сплошной однородной среды (механика сплошных сред) с бесконечным числом степеней свободы часто труднореализуемо. Поэтому в статье (в рамках модернизации метода конечных элементов) модель многоэтажного здания дискретизируется и наделяется конечным числом степеней свободы, размещенным в серединах конечных элементов в узлах (там же размещают и массу конечных элементов), которые упруго взаимодействуют с конечными элементами модели, не имеющими массы. Предполагается, что элементы многоэтажного здания работают только на изгиб, что вполне оправдывается сопоставлением частот его изгибных и продольных колебаний. Разрешающая система дифференциальных уравнений колебаний многоэтажного здания, в которую в квадратурах записаны выражения для энергий (потенциальной, кинетической и Релея), получена с помощью уравнений Лагранжа 2-го рода. В статье с использованием функций Грина, матриц жесткости, масс, податливости и др. решены задачи о свободных колебаниях 3- и 100-этажных зданий. Полученные в статье результаты при их сравнении с точными решениями, реализованными с помощью прямого и непрямого методов граничных элементов, а также с другими малоизвестными численными решениями показали хорошее соответствие.

Ключевые слова:

колебания многоэтажных зданий, частоты колебаний, функция Грина, матрица жесткости, матрица масс, матрица податливости

Для цитирования: Великанов П.Г., Артюхин Ю.П. Исследование по динамике многоэтажных зданий. *Геосистемы переходных зон*, 2023, т. 7, № 3, с. 304–315. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.304-315>; <https://www.elibrary.ru/aotwnz>

For citation: Velikanov P.G., Artyukhin Yu.P. Research on the dynamics of multi-storey buildings. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 3, pp. 304–315. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.304-315>; <https://www.elibrary.ru/aotwnz>

Список литературы

1. Великанов П.Г., Артюхин Ю.П. **2023.** Исследования по динамике рамных конструкций. *Геосистемы переходных зон*, 7(2): 180–195. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.2.180-195>; <https://www.elibrary.ru/lpplx>
2. Викторова Л.А. **2012.** Высотные здания – плюсы и минусы строительства. *Архитектура и строительство России*, 10: 2–11.
3. Халикова А.С., Гамаюнова О.С. **2021.** Особенности проектирования высотных зданий в сейсмических районах. *Инженерные исследования*, 5(5): 31–38.
4. Курбацкий Е.Н., Мазур Г.Э., Мондрус В.Л. **2017.** Критический анализ состояния нормативной документации по расчету сооружений на землетрясения. *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*, 2(28): 24–30.
5. Магай А.А. **2015.** *Архитектурное проектирование высотных зданий и комплексов*. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 328 с.
6. Артюхин Ю.П., Грибов А.П. **2002.** *Решение задач нелинейного деформирования пластин и пологих оболочек методом граничных элементов*. Казань: Фэн, 199 с.
7. Кацикаделис Дж.Т. **2007.** *Граничные элементы: Теория и приложения*: пер. с англ. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 348 с.
8. Великанов П.Г., Артюхин Ю.П., Куканов Н.И. **2020.** Изгиб анизотропной пластины методом граничных элементов. В кн.: *Актуальные проблемы механики сплошных сред*. Казань: Изд-во Акад. наук РТ, с. 105–111.

9. Харрис С.М., Крид Ч.И. **1980.** *Справочник по ударным нагрузкам.* Сокр. перевод с англ. Н.А. Пэдуре. Л.: Судостроение, 358 с.
10. Бабаков И.М. **1958.** *Теория колебаний:* учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений. М.: Гостехиздат, 628 с.
11. Стеклов В.А. **1927.** *Основы теории интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.* М.; Л.: Госиздат, 419 с.
12. Артюхин Ю.П., Гурьянов Н.Г., Котляр Л.М. **2002.** *Система Математика 4.0 и ее приложения в механике:* учеб. пособие. Казань: Казанское мат. об-во: Изд-во КамПИ, 415 с.
13. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. **1985.** *Колебания в инженерном деле.* М.: Машиностроение, 472 с.
http://www.physics.gov.az/book_K/Timoshenko.pdf
14. Клаф Р., Пензиен Дж. **1979.** *Динамика сооружений.* Пер. с англ. Л.Ш. Килимника и А.В. Швецовоной. М.: Стройиздат, 320 с.
15. Бишоп Р. **1986.** *Колебания.* М.: Наука, 189 с.