

## АРХИТЕКТУРА

# Концептуальное моделирование атриума

УДК 721

### Кравченко Галина Михайловна

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническая механика» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону); e-mail: galina.907@mail.ru

### Труфанова Елена Васильевна

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническая механика» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону); e-mail: el.trufanova@mail.ru

### Шарап Александр Александрович

Магистрант, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», (г. Ростов-на-Дону); e-mail: qustwero@gmail.com

Статья получена: 23.10.2018. Рассмотрена: 26.10.2018. Одобрена: 31.10.2018. Опубликована онлайн: 26.12.2018. ©РИОР

**Аннотация.** В статье рассмотрена концепция применения атриумов для реконструкции комплекса зданий для повышения плотности городской застройки и эффективности использования пространства. Разработан проект реконструкции комплекса зданий ДГТУ с организацией атриумного пространства. Исследуется актуальность таких проектов.

**Ключевые слова:** атриум, каркас здания, реконструкция, структурная оболочка, метод конечных элементов, динамические характеристики.

Одним из передовых тенденций в мировой архитектуре является проектирование атриумного пространства. Термин *atrium* известен со времен античности; атриумом называли внутренний световой двор в жилищах. В современ-

ной архитектуре атриум — это большое открытое пространство внутри здания.

Применение уникальных атриумов дает не только значительное увеличение общей полезной площади сооружения, но и придает такому сооружению более высокий статус, повышает рентабельность объекта. В лучших образцах современной архитектуры атриумы выступают пространственным ядром большого здания или комплекса зданий.

При реконструкции комплекса зданий создание атриума направлено на повышение плотности городской застройки и эффективность использования пространства. Атриум, как многоцелевое пространство, берет на себя роль вестибюля и коммуникационного узла, концентрируя внутренние горизонтальные и вертикальные сообщения и является промежуточ-

### CONCEPTUAL MODELING OF THE ATRIUM

#### Kravchenko Galina

Candidate of Engineering, Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Don State Technical University, Rostov-on-Don; e-mail: galina.907@mail.ru

#### Trufanova Elena

Candidate of Engineering, Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Don State Technical University, Rostov-on-Don; e-mail: el.trufanova@mail.ru

#### Sharap Alexandr

Master's Degree Student, Don State Technical University, Rostov-on-Don; e-mail: qustwero@gmail.com

**Manuscript received:** 23.10.2018. **Revised:** 26.10.2018. **Accepted:** 31.10.2018. **Published online:** 26.12.2018. ©РИОР

**Abstract.** The article describes the concept of using atriums for the reconstruction of a complex of buildings to increase the density of urban construction and the efficiency of space use. A project has been developed for the reconstruction of the DSTU building complex with the organization of an atrium space. The relevance of such projects is investigated.

**Keywords:** atrium, building frame, reconstruction, structural shell, finite element method, dynamic characteristics.

ной зоной, обеспечивающей постепенный переход от наружной среды к интерьеру.

Здания с атриумом в городских исторических центрах способны вдохнуть новую жизнь в город, возродить традиционный стиль городской жизни (рис. 1).

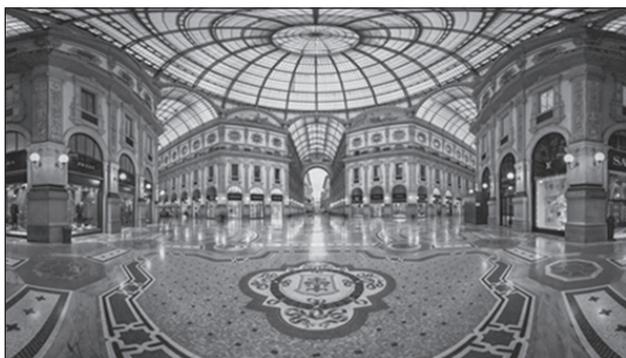


Рис. 1. Атриум в историческом центре

Внедрение атриумов в структуру зданий является эффективным планировочным решением. Часть зданий в виде многосветового пространства (три и более этажей), развитого по вертикали, смежного с поэтажными частями (галереями, ограждающими конструкциями помещений и т.п.), как правило, имеет верхнее освещение.

Атриумы используются и для реконструкции существующих зданий, посредством перекрытия внутреннего пространства двора. Это позволяет придать существующим зданиям более современный вид, а также объединить их с помощью этого пространства в одно сооружение. Развитие строительных и компьютерных технологий позволяет проектировать атриумное пространство как сложный пространственный элемент или даже систему сложных элементов, переходящих друг в друга.

Большие пролеты, соединенные опорами для остекления, представляют новый тип архитектурно-планировочных решений. В атриумных зданиях имеются большие публичные пространства, не зависящие от погодных условий. Светопрозрачные перекрытия атриумных пространств создают объемы различного типа. Среди них объемы только для передвижения больших масс, пространства с функциями больших рынков или огромных выставок, а также оно может представлять собой обширный и

уютный ландшафтный сад, который дает посетителям защитного сооружения возможность круглогодичного контакта с природой, вне зависимости от погодных условий.

Разработан проект атриума комплекса зданий ДГТУ в г. Ростове-на-Дону. Атриум расположен в пространстве внутреннего двора комплекса зданий. Учебные корпуса университета подлежат реконструкции за счет организации и перепланировки пространства, а также внутренней отделки фасадов зданий.

Атриум комплекса зданий ДГТУ предназначен для лекций, самоподготовки, отдыха и другого рода деятельности (рис. 2).

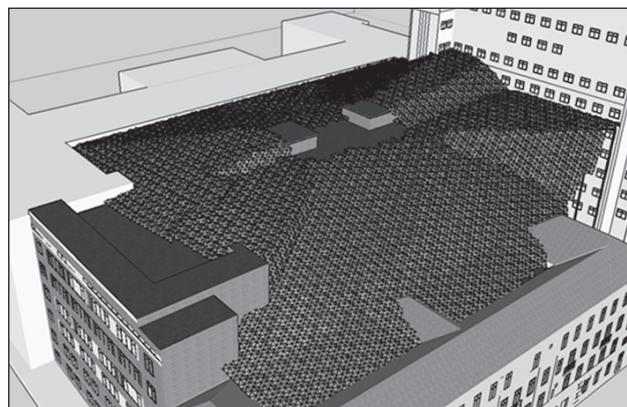


Рис. 2. Визуализация объекта в SketchUP

Внутренний двор атриума является самой главной и большой аудиторией комплекса зданий университета и основным общественным пространством. На территории двора расположен сборно-разборный кинотеатр-лекторий, который может использоваться как для учебных занятий, конференций и собраний, так и для отдыха. Мобильность амфитеатра позволяет максимально эффективно использовать функциональное назначение пространства атриума. Пространство двора благоустроено местами для отдыха, самоподготовки учащихся и зелеными насаждениями. Места для самоподготовки учащихся отделены от основного пространства стеклянной перегородкой для образования отдельного пространства, но при этом интегрированного с основной средой двора. Дизайн внутреннего объема атриума формирует целостную концепцию общественного пространства всего комплекса. Помещение атриума является сложным в плане. Высота покрытия меняется

от 18,6 до 29 м. Внутреннее пространство атриума организовано как ландшафтный сад с расположенными в нем зонами самоподготовки учащихся, а также лекторий с возможностью демонтажа конструкций (рис. 3).

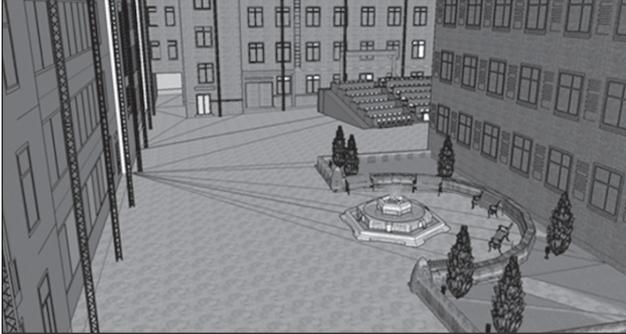


Рис. 3. Организация внутреннего пространства

Объемно-планировочное решение сооружения представляет собой каркас, состоящий из треугольных ферм из труб, несущих на себе структурную оболочку сложной формы. Структурная оболочка покрытия состоит из треугольных элементов трубчатого металлического сечения с остеклением мультиматериальным стеклом. Нижняя часть ферм закреплена базой к ростверку из буронабивных свай, устроенных для усиления основания внутреннего двора, необходимого из-за потери своих достаточных несущих качеств существующих фундаментов старых корпусов ДГТУ. Фермы закреплены стяжками к зданиям, а также имеют крепления закладными деталями к покрытию корпуса (рис. 4).



Рис. 4. Фрагмент каркаса со структурным покрытием атриума

Разработана модель уникального сооружения со сложной геометрией в программном комплексе ЛИРА САПР (рис. 5).

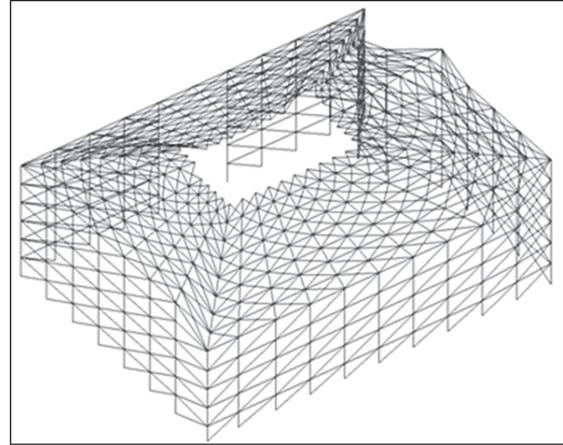


Рис. 5. Конечно-элементная модель каркаса атриума

Выполнен расчет каркаса атриума на статические (нагрузка от собственного веса конструкций; снеговая нагрузка; ветровая нагрузка) и динамические (пульсация ветра в различных осях) воздействия. Главные формы колебаний представлены на рис. 6–8. С первой по четвертую формы колебаний поступательные, пятая изгибно-крутильная. При расчете таких сооружений допускается учитывать динамическую реакцию по низшим собственным формам колебаний (по двум изгибным и одной крутильной или изгибно-крутильной).

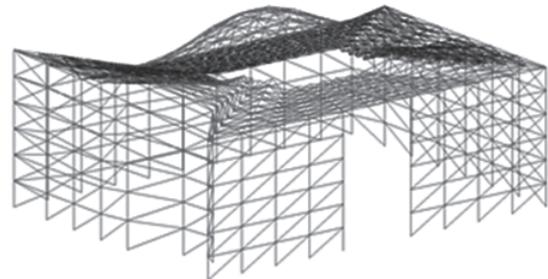


Рис. 6. Первая форма главных колебаний каркаса атриума

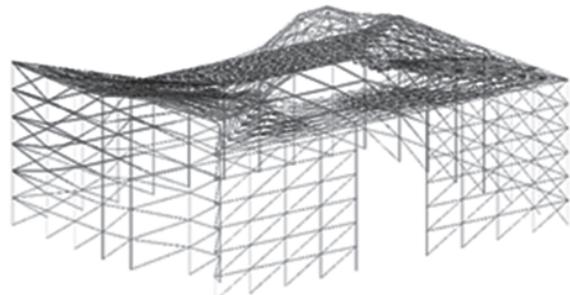


Рис. 7. Вторая форма главных колебаний каркаса атриума

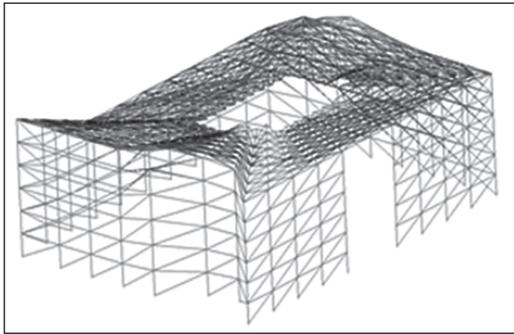


Рис. 8. Пятая форма главных колебаний каркаса атриума

В табл. 1 представлены основные динамические характеристики пространственного каркаса атриума.

Получены перемещения узлов конечно-элементной модели с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки: максимальные перемещения по осям X, Y, Z составляют соответственно 20,9 мм, 5,27 мм, 19,6 мм, что не превышает нормативных значений.

Практическая значимость работы заключается в том, что конечно-элементная схема, пред-

ставляющая собой пространственную стержневую систему, позволяет на стадии проектирования конструкций исследовать их работоспособность при воздействиях различного характера и дать рекомендации, направленные на улучшение работы каркаса.

Таблица 1

Основные динамические характеристики атриума

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ $\mu$							
:N	: СОВСТВ. : :П/П: ЗНАЧЕНИЯ	: Ч А С Т О Т Ы : : РАД/С : ГЦ	: П Е Р И О Д Ы : : С	: КОЭФФИЦИЕНТ : : РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	: МОДАЛЬНАЯ : : М А С С А	:	:
1	0.075711	13.21	2.10	0.4755	2.466458	7.7	7.7
2	0.045155	22.15	3.53	0.2836	-0.150820	0.0	7.7
3	0.035833	27.91	4.44	0.2250	-2.212598	6.2	13.9
4	0.035102	28.49	4.54	0.2204	2.413104	7.3	21.2
5	0.032447	30.82	4.91	0.2038	1.164218	1.7	22.9
6	0.031105	32.15	5.12	0.1953	0.895208	1.0	23.9
7	0.029493	33.91	5.40	0.1852	0.017732	0.0	23.9
8	0.028820	34.70	5.53	0.1810	1.015658	1.3	25.2
9	0.026326	37.99	6.05	0.1653	1.183781	1.8	27.0
10	0.024872	40.21	6.40	0.1562	0.363999	0.2	27.2
11	0.022739	43.98	7.00	0.1428	-0.328046	0.1	27.3
12	0.022387	44.67	7.11	0.1406	-0.175013	0.0	27.3
13	0.020352	49.13	7.82	0.1278	-0.664158	0.6	27.9
14	0.020195	49.52	7.88	0.1268	-0.257006	0.1	28.0
15	0.019343	51.70	8.23	0.1215	-0.569199	0.4	28.4
16	0.018437	54.24	8.64	0.1158	-0.388120	0.2	28.6

Реализована концепция энергосберегающих технологий и максимального естественного освещения при проектировании атриума.

Литература

1. Овсянникова Е.Б. Архитектурная типология [Текст] / Е.Б. Овсянникова. — М.: ТАТЛИН, 2015.
2. Ehhorn H. Энергоэффективные здания. Анализ современного состояния и перспектив развития на основе реализованных проектов. Опыт немецких специалистов [Текст] / Н. Ehhorn, J. Reiss, H. Kluttig, R. Hellwig // АВОК. — 2006.
3. Драган В.И. Большепролетная металлическая структурная конструкция системы «BrGTU» для структурного покрытия [Текст] / В.И. Драган / Респ. Беларусь, МПК 7, 2009.
4. Лебедева Н.В. Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции [Текст]: учеб. пособие / Н.В. Лебедева. — М.: Архитектура-С, 2006.
5. Рекомендации по проектированию структурных конструкций [Текст]. — М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 1984.
6. Беленя Е.И. Металлические конструкции [Текст] / Е.И. Беленя. — М., 1986.
7. Bednar M.J. The new atrium. New York: Mc Graw-Hill, 1986. P. 5–7.
8. Гордина Е.Ж. Атриумные пространства в высотных зданиях. Этапы развития [Текст] / Е.Ж. Гордина // Архитектон: известия вузов. — 2009. — № 28.
9. Саксон Р. Атриумные здания [Текст] / Р. Саксон; пер. с англ. А.Г. Раппапорта; под ред. В.Л. Хайта. — М.: Стройиздат, 1987. — 138 с.
10. Oscar Riera Ojeda, James Mary O'Connor, Wendy Kohn. Campus and community Moore Ruble Yudell Architecture & Planning // Rockport Publishers, 1997.

References

1. Ovsyannikova E.B. *Arkhitekturnaya tipologiya* [Architectural typology]. Moscow: TATLIN Publ., 2015.
2. Ehhorn H., Reiss J., Kluttig H., Hellwig R. *Energoeffektivnyye zdaniya. Analiz sovremennogo sostoyaniya i perspektiv razvitiya na osnove realizovannykh projektov. Opyt nemetskikh spetsialistov* [Energy-efficient buildings. Analysis of the current state and development prospects on the basis of implemented projects. The experience of German specialists]. AVOK Publ. 2006.
3. Dragan V.I. *Bol'sheproletnaya metallicheskaya strukturalnaya konstruktsiya sistemy «BrGTU» dlya strukturalnogo pokrytiya* [Large-span metal structural design of the “BrSTU” system for structural coating]. Resp.Belarus', MPK 7 Publ., 2009.
4. *Fermy, arki, tonkostennyye prostranstvennyye konstruksii* [Farms, arches, thin-walled spatial structures]. Moscow: Arkhitektura-S Publ., 2006.
5. *Rekomendatsii po proektirovaniyu strukturalnykh konstruksiy* [Recommendations for the design of structural structures]. TsNIISK im. Kucherenko Publ. Moscow, 1984.
6. Belenya E.I. *Metallicheskie konstruksii* [Metal constructions]. 1986.
7. Bednar M.J. The new atrium. New York: Mc Graw-Hill, 1986. P. 5–7.
8. Gordina E.Zh. *Atriumnye prostranstva v vysotnykh zdaniyakh. Etapy razvitiya* [Atrium spaces in high-rise buildings. Stages of

- development]. *Arkhitekton: izvestiya vuzov* [Architecton: news of universities]. 2009, I. 28.
9. Sakson R. *Atriumnye zdaniya* [Atrium buildings]. Moscow: Stroyizdat Publ., 1987. 138 p.
10. Oscar Riera Ojeda, James Mary O'Connor, Wendy Kohn. *Campus and community* Moore Ruble Yudell Architecture & Planning // Rockport Publishers, 1997.