

Проведение реконструкции и капитального ремонта в жилых и общественных зданиях позволяет повысить:

- комфортные условия внутри здания для проживания и работы;
- количество жилой площади за счет увеличения этажности в жилых зданиях и количество рабочих мест в общественных зданиях;
- благоустройство территории.

При проведении реконструкции и капитальном ремонте здания модернизируются инженерные системы и инженерное оборудование, что приводит к сокращению потребления энергоресурсов.

Межсекционный круглый стол «Инженерно-архитектурные проблемы реконструкции и капитального ремонта жилых и общественных зданий» прошел в рамках Международной научно-практической конференции «Наука, образование и экспериментальное проектирование – 2023» в Московском архитектурном институте (государственной академии).

На заседании межсекционного круглого стола обсуждались проблемы, возникающие при реконструкции и капитальном ремонте жилых и общественных зданий.

Были рассмотрены следующие проблемы:

А. Архитектурные:

- поиски оптимальной формы, размеров и ориентации зданий;

- звукоизоляция квартир и пр.

Б. Инженерные:

- вентиляция зданий;
- теплозащита;
- организация отопления;
- поквартирный учет потребления энергии и пр.

Участники межсекционного круглого стола определили основные этапы работы, выполняемые при реконструкции и капитальном ремонте жилых и общественных зданий:

1. Определение градостроительной ситуации района (которое позволяет выявить сложившиеся архитектурно-планировочные решения).
2. Обследование архитектурно-конструктивных элементов в здания (позволяющее определить состояние наружных и внутренних ограждающих конструкций).
3. Обследование существующих инженерных систем и инженерного оборудования в здании.
4. Способ эксплуатации.
5. Возможность внедрения ресурсосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии.
6. Внедрение системы интеллектуального управления зданием.
7. Работа над проектной документацией.
8. Расчет экономии при эксплуатации здания.

А. Р. Заметельская

A. R. Zametelskaya

Возможности параметризации в структурном анализе архитектурных конструкций

Possibilities of parameterization in the structural analysis of architectural structures

Ключевые слова: визуальное программирование, скрипт, Rhinoceros, Grasshopper

Keywords: visual programming, analysis, script, Rhinoceros, Grasshopper

Аннотация. В статье приведено описание метода визуального программирования в связке программных продуктов Grasshopper-Rhinoceros с использованием программного обеспечения Karamba 3D, которые помогают оценить воздействие произвольных нагрузок на форму архитектурного объекта.

Abstract. The article describes the method of visual programming in conjunction with Grasshopper-Rhinoceros software products using Karamba 3D software, which help to evaluate the impact of arbitrary loads on the shape of an architectural object.

Создание архитектурных форм сооружений долгое время происходило на базе методов, основанных на воображении, интуиции, правилах, ограничениях. Бурный рост науки привел к широкому применению вычислительных средств в архитектуре.

В настоящее время стремительно развиваются технологии информационного моделирования в строительстве, что позволяет оптимизировать процессы проектирования. Данная технология основана на создании и использовании цифровой информационной модели (ЦИМ), дающей наиболее полное представление о проектируемом объекте. ЦИМ используется на всех этапах строительства и при эксплуатации объекта. В оптимизации процесса эскизирования, а также проектирова-

ния существенную помощь могут оказать средства визуального программирования [2].

Визуальное программирование – современный метод создания архитектурных объектов, основанный на разработке параметрических моделей. Проектировщики с помощью такого метода прописывают алгоритм, действующий на базе входных данных. Процессы визуального и традиционного программирования, по сути, являются аналогичными. Однако в визуальном программировании код задается через графический пользовательский интерфейс.

Grasshopper – это среда визуального программирования в Rhino3D, состоящая из предварительно закодированных компонентов (нодов), размещенных в рабо-

чем поле, которые взаимодействуют с пространством моделирования Rhino (рис. 1).

Grasshopper уникален тем, что здесь нет шаблонного подхода для написания кода и нет кода для «запуска». Вместо этого все компоненты постоянно запущены, поэтому любые изменения можно увидеть в Rhino в режиме реального времени.

Интересен способ создания визуальных алгоритмов в связке программных продуктов Grasshopper-Rhinoceros, который помогает оценить воздействие произвольных нагрузок на форму проектируемого объекта.

Широко применяемым программным обеспечением для анализа конструкций в параметрическом проектировании является Karamba 3D.

Karamba 3D – это плагин структурного анализа для Grasshopper, который может выполнять многие из тех же задач, что и традиционная программа анализа. Главное преимущество Karamba 3D заключается в том, что его можно использовать для поиска и создания наиболее оптимальных архитектурных форм и выбора подходящего материала в режиме реального времени.

Karamba 3D является инструментом, обеспечивающим точный анализ пространственных моделей, в которых используются фермы, рамы, оболочки разных типов и другие конструкции, предусматриваемые электронной библиотекой Grasshopper. Он позволяет быстро получить структурный анализ формы архитектурного объекта при заданных нагрузках на ранней стадии

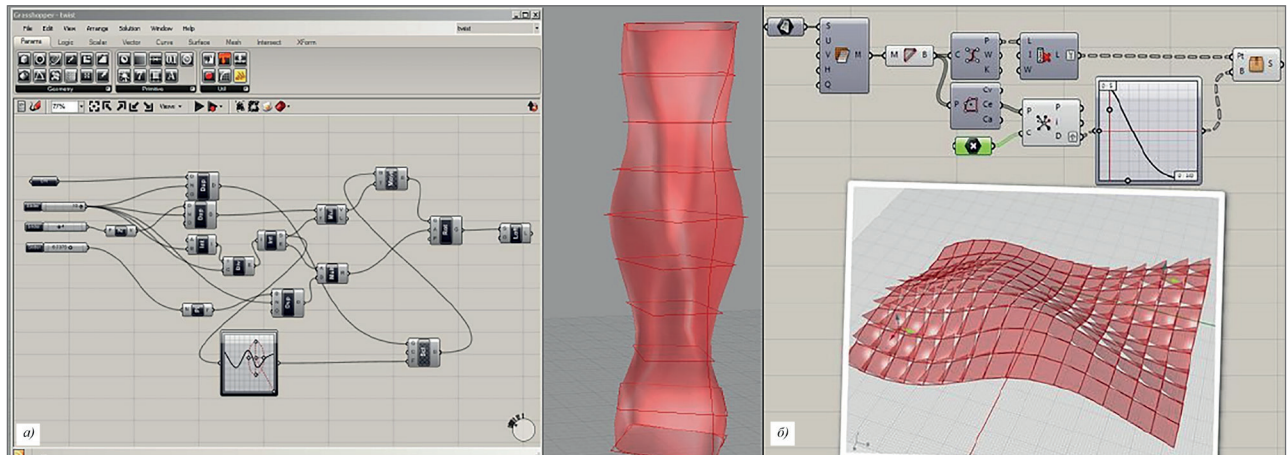


Рис. 1. Пример рабочих пространств Grasshopper

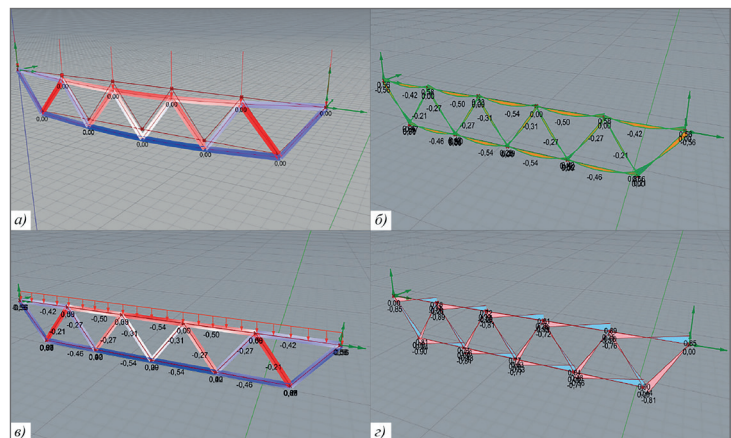
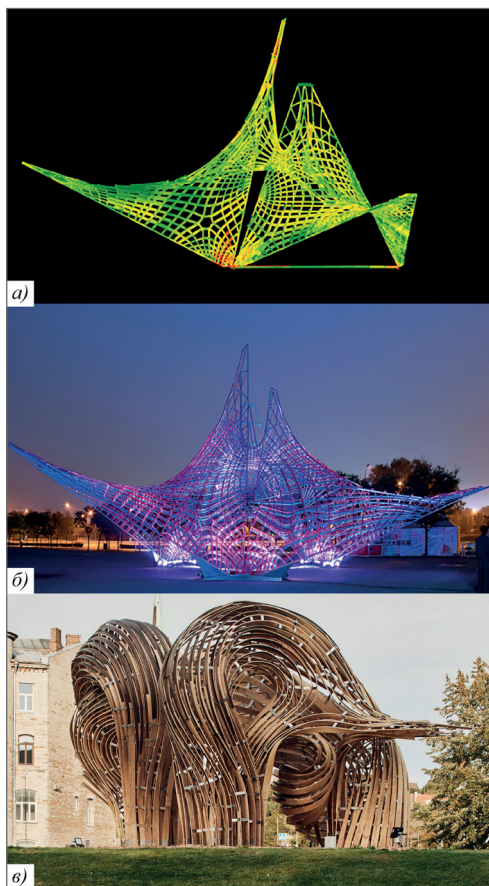


Рис. 3. Этюды действующих внутренних усилий в ферме

Рис. 2. Объекты, созданные с помощью Karamba 3D:
 а – навильон СИАВ на китайской архитектурной международной биеннале в Пекине (параметрическая модель);
 б – навильон СИАВ на китайской архитектурной международной биеннале в Пекине (возведенная конструкция);
 в – навильон «Стимпанк» на архитектурной международной биеннале в Таллинне

проектирования, не требуя выхода из программы Grasshopper или взаимодействия с другими программами анализа [1], что упрощает пользование данной программой. В структурный анализ могут входить различные входные данные, являющиеся параметрами: геометрия, нагрузки, материалы и т. п.

Такой подход к компьютерному моделированию облегчает прогнозирование технических характеристик объекта при сохранении его эстетики. Проектировщик, изменяя форму объекта, получает полную информацию о распределении в нем усилий от действующих нагрузок. Программа проста в использовании и позволяет выполнять параметрический структурный анализ сооружения на всех этапах проектирования.

Примерами, демонстрирующими различные возможности Karamba 3D, являются павильоны, изображенные на рисунке 2: павильон CIAV, возведенный в 2013 году в Пекине для китайской архитектурной международной биеннале (рис. 2а). Павильон состоит из двух гиперболических однополосных сетчатых оболочек, выполненных из металлических стержней. Также павильон «Стимпанк», выполненный в 2019 году для таллиннской архитектурной международной биеннале (рис. 2б). Павильон представляет собой сложный массив изогнутых тонких деревянных клееных элементов. Формы сооружений созданы посредством параметрического анализа с использованием плагина Karamba 3D [3].

При работе с Karamba 3D архитекторам и инженерам предоставляются широкие возможности создавать конструкции различных типов. Это может быть моделирование поведения простой балки или создание пространственной оболочки сложной формы из выбранного материала.

Для изучения и демонстрации работы в Grasshopper автором анализируется работа простой фермы на прочность и деформативность под воздействием равномерно распределенной и сосредоточенных нагрузок. В качестве исходных параметров были введены данные: геометрия формы, нагрузка и материал конструкции. В результате были получены эпюры действующих внутренних усилий и прогибов (рис. 3 а, б).

Подобный скрипт состоит из следующих этапов:

1. Определяется метрический модуль для работы.
2. Затем с помощью компонента Assembly исходная геометрия преобразовывается в имитационную модель.

3. Для создания входных данных ферма преобразуется в стержневые и узловые элементы.

4. Далее задаются опорные точки конструкции. Это можно сделать с помощью компонента support. Этот компонент берет список точек Grasshopper, преобразует их в фиксированные точки модели и определяет их степени свободы.

5. Следующим шагом в создании модели структурного моделирования является указание типа нагрузки, приложенной к модели, что можно сделать с помощью компонента Loads.

6. Завершающий этап – задается материал с помощью Material Selection. Вычисляются усилия. Определяются сечения поясов и стержней фермы с помощью нода Cross Section.

Результаты расчета визуализируются и отображаются на 3D-модели фермы в виде эпюры с цветовой картой напряжений (рис. 3 в, г).

Таким образом, в процессе применения этого плагина удалось подобрать оптимальный тип поперечного сечения фермы и установить поведение объекта под воздействием различного вида нагрузки. В приведенном примере рассмотрены только основные этапы анализа фермы с помощью Karamba 3D. Однако с помощью параметризации можно проводить анализ более сложных конструктивных форм.

В заключение стоит отметить, что современные средства визуального программирования позволяют эффективно решать задачи проектирования и расчета в программе Grasshopper при наличии плагина Karamba 3D. Это позволяет архитектору и инженеру принимать решения на всех стадиях жизненного цикла объекта и за короткое время найти наиболее рациональную конструктивную систему в соответствии с внешним обликом сооружения.

Список литературы

1. Руководство Grasshopper+Karamba3d. – URL: <https://www.karamba3d.com/> (дата обращения: 10.11.2023).
2. Шеина, С. Г. Исследование этапов развития BIM-технологий в мировой практике и России / С.Г. Шеина, К. С. Петров, А. А. Федоров // Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – № 14.
3. Parametric-architecture.com: издательская интернет – платформа. – URL: <https://parametric-architecture.com/karamba3d-the-parametric-structural-analysis-tool/> (дата обращения: 10.11.2023).