

Система автоматизированного расчета аэродинамических коэффициентов или аэродинамических параметров глобоидных поверхностей

Цель: Внедрение программы автоматизированного расчета аэродинамических коэффициентов и аэродинамических параметров для упрощения расчета и сокращения затрат на расчет глобоидных поверхностей

Задачи:

1. Упрощение процесса расчета коэффициентов без необходимости создания расчетной модели в сторонних программных комплексах.
2. Снижение временных затрат на расчет аэродинамических коэффициентов.
3. Внедрение программы в основе своей использующей научное обоснование.
4. Унификация расчетной методики ветровых нагрузок.

Проблема/уникальность: Отсутствие системно разработанной, научнообоснованной и удобоупотребимой для потребителя программы-автоматизатора расчета аэродинамических коэффициентов для зданий и сооружений, имеющих сложную (гиперболоидную, торойдную и др.) форму в объеме. Возникает необходимость в обращении к сторонним программным комплексам или лабораторным испытаниям, и увеличивается время, затрачиваемое на разработку раздела Конструктивных решений.

Обоснование проекта:

Конструкции, представляющие собой гиперболоиды или близкие к ним по форме глобоиды, а также тороиды достаточно активно применяются в высотном строительстве. При этом нормативных методик, а соответственно и пакетов автоматизированного расчета, с помощью которых стало бы возможным прогнозирование и определение распределения ветровых нагрузок по поверхности подобных сложных форм, не разработано. Таким образом, для определения ветровых нагрузок необходимо каждый раз прибегать к ручным методам расчета, которые обладают рядом существенных недостатков:

- 1) Конечное решение не обладает универсальностью, параметризация невозможна. Оно применимо только для частного случая рассматриваемого при расчете здания. При существенном изменении геометрии здания расчет и моделирование необходимо будет провести заново.
- 2) Расчет ветровой нагрузки зданий сложной формы, в общем случае, чаще всего становится не инженерной, а научной задачей, требующей применения более сложного подхода с применением моделирования для определения аэродинамических коэффициентов, отдельно в каждом конкретном случае.

Предлагаемый проект предполагает разработку инженерной методики расчета ветровых нагрузок в унифицированной форме. В рамках проекта также реализуется внедрение программного пакета, вычисляющего и иллюстрирующего в наглядной форме распределение аэродинамических коэффициентов, для осуществления чего в качестве вводных данных использующего лишь геометрические характеристики формы здания или сооружения.

Внедрение программного комплекса позволит:

1. Снизить временные и ресурсные затраты на расчет конструкций на ветровую нагрузку.
2. Упростить процесс расчета в целом.
3. Повысить точность и обоснованность проектных решений.

Рассмотрение аналогов и рыночной конкуренции

Согласно проведенному анализу, прямых аналогов разработанного программного комплекса в представленных результатах не найдено, однако можно выявить основных косвенных конкурентов и сформировать стратегию позиционирования.

Таблица 1. Ключевые конкуренты и их ниши:

Продукт / Тип	Стратегия и позиционирование	Целевая аудитория	Преимущества	Недостатки
Ручной расчет (по нормам СП 20.13330)	Стандартизированные формулы из свода правил, применимы только для простых конструкций (труб сфер) Нормы можно взять за основу расчета, но для глобоидных и тороидных поверхностей такая методика не подойдет.	Инженеры-расчетчики зданий и сооружений	• Простота и скорость для типовых объектов. • Бесплатно (не требует дорогого ПО). • Официальный нормативный документ РФ.	• Неточность. Для поверхностей с уникальной формой нормы не дают точного ответа. • Коэффициенты берутся «с запасом», что ведет к удорожанию конструкции.
RWIND Simulation (Dlubal Software)	Специализированная «цифровая аэродинамическая труба» на основе CFD Прямой расчет ветровых нагрузок для сложных и нестандартных геометрий, не охваченных нормами.	Инженеры-расчетчики, проектирующие здания и мосты	• Автоматизация расчета ветровых коэффициентов для сложных зданий и конструкций. • Прямая интеграция с ПК ЛИРА и RSTAB. • Высокая точность. • Признание органами экспертизы.	• Высокая стоимость • Низкая интеграция с российскими нормами (СП 20.13330). • Специфический интерфейс. • Работа с 3D моделями (усложнение процесса расчета).
ANSYS (Fluent, CFX) и тп.	Мощный инструмент моделирования, часто использующийся для выполнения аэродинамического расчета здания любой формы.	Крупные научно-исследовательские институты, вузы, инжиниринговые центры.	• Автоматизация расчета ветровых коэффициентов для сложных зданий и конструкций • Проверенный алгоритм. • Признание органами экспертизы.	• Высокая стоимость ПО и высокие системные требования. • Низкая интеграция с российскими нормами (СП 20.13330). • Расчет сложной модели может занимать дни.

				• Результаты требуют сложной интерпретации и ручного приведения к нормативным коэффициентам.
Физические испытания в аэродинамической трубе	Дает натурные данные, которым доверяют экспертизы.	• Заказчики и проектировщики объектов повышенной ответственности. • Государственные институты, проводящие сертификационные испытания.	Высокая достоверность, физическое подтверждение.	• Чрезвычайно высокая стоимость и длительность проведения испытаний.

На основе полученных данных сравнительного анализа представленных на рынке вариантов подхода к расчету аэродинамических коэффициентов можно определить ключевые преимущества и недостатки предлагаемого продукта, а также драйверы спроса и основную аудиторию, на которую будет нацелен проект.

Преимущества:

1. Ключевое преимущество перед основными конкурентами – глубокая специализация на строительной аэродинамике. Полное научное обоснование, простой и понятный интерфейс, ориентированный на скорость и точность расчета, тогда как универсальные (особенно зарубежные) пакеты требуют длительной настройки, процесса 3D моделирования и предъявляют повышенные требования к рабочему ПК.
2. Программа разрабатывалась как отдельный продукт в форме «калькулятора» аэродинамических коэффициентов, поэтому не требует интегрирования с популярными BIM и САПР-платформами, используемыми в строительстве (Revit, ArchiCAD, AutoCAD).
3. Продукт позволяет избежать дорогостоящих испытаний в аэродинамических трубах, позволяет сократить время и затраты, требуемые для проектирования и расчета.

Недостатки:

1. Узкая специализация. Программа разработана для расчета глобоидных и тороидных поверхностей на основе их геометрических параметров и не является универсальным инструментом для расчета коэффициентов для более сложных форм.
2. Отсутствие интегрирования с популярными BIM и САПР-платформами, используемыми в строительстве (Revit, ArchiCAD, AutoCAD). Программа «калькулятор» требует ручного ввода нескольких геометрических параметров, а также ручного вывода результатов расчета (значений коэффициентов).

Ключевые драйверы спроса:

1. Архитектурный тренд на сложные формы: Современная архитектура требует расчета объектов сложной формы (тороидные и глобoidные формы используются очень часто), для которых в нормах не предусмотрено утвержденного расчета.
 - Экономия материалов: Точный расчет позволит избежать перерасхода материалов (металлоконструкций, железобетона) за счет учета реального, а не завышенного нормами, ветрового отклика, что приводит к снижению себестоимости проекта (снижение материалоемкости на 5-15%).
2. Требования экспертизы: Для нестандартных решений требуются доказательства корректности расчетов. Программа с верифицированными научно обоснованными алгоритмами станет именно таким инструментом.
3. Скорость проектирования: Возможность за несколько часов оценить аэродинамику фасада или конструкции вместо недель ожидания очереди в аэродинамическую трубу.

Целевая аудитория:

- Проектные и строительные компании стран СНГ (крупные девелоперские и подрядные организации, специализированные фирмы по проектированию и изготовлению сложных фасадов и светопрозрачных конструкций и др.).
- Образовательные и научные учреждения (научно-исследовательские институты в области строительства, вузы, колледжи).
- Смежные рынки и нишевые группы (независимые инженеры-консультанты и эксперты и др.).