

УДК 697.9

## ПРИМЕНЕНИЕ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS FLUENT ДЛЯ АНАЛИЗА ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Филиппов Александр Андреевич,**

Студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Факультет инженерной экологии и городского хозяйства

Sacokfil@gmail.com

### Аннотация

В статье выполнен обзор современных отечественных исследований, посвящённых применению методов вычислительной гидродинамики (CFD) в программном комплексе ANSYS Fluent для анализа воздушных потоков в задачах аэродинамики зданий. Показано, что методики численного моделирования, используемые при исследовании ветровых воздействий, ветровой комфортности и динамического отклика зданий, могут быть корректно адаптированы для анализа процессов вентиляции зданий. Рассмотрены основные подходы к постановке CFD-задач, выбору моделей турбулентности, формированию расчётной области и валидации результатов моделирования. Обоснована эффективность применения ANSYS Fluent как инженерного инструмента при проектировании и анализе систем вентиляции зданий.

**Ключевые слова:** CFD-моделирование, ANSYS Fluent, вентиляция зданий, аэродинамика зданий, численные методы, воздушные потоки.

## APPLICATION OF CFD MODELING IN THE ANSYS FLUENT SOFTWARE PACKAGE FOR ANALYSIS OF BUILDING VENTILATION: A REVIEW OF MODERN STUDIES

**Filippov Alexander Andreevich,**

Student

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Faculty of Engineering Ecology and Urban Management

Sacokfil@gmail.com

### ABSTRACT

The article presents a review of modern Russian studies devoted to the application of computational fluid dynamics (CFD) methods implemented in the ANSYS Fluent software package for the analysis of airflow in building aerodynamics problems. It is shown that numerical modeling methodologies used in studies of wind effects, wind comfort, and dynamic response of

buildings can be correctly adapted for the analysis of building ventilation processes. The main approaches to CFD problem formulation, selection of turbulence models, computational domain generation, and validation of numerical results are considered. The effectiveness of using ANSYS Fluent as an engineering tool for the design and analysis of building ventilation systems is substantiated.

---

**Keywords:** CFD modeling, ANSYS Fluent, building ventilation, building aerodynamics, numerical methods, airflow.

---

Современное проектирование систем вентиляции зданий осуществляется в условиях усложнения архитектурных форм, увеличения этажности и плотности застройки, а также роста требований к качеству внутренней воздушной среды. Традиционные расчётные методики вентиляции, основанные на использовании усреднённых параметров воздухообмена, не всегда позволяют учитывать пространственную неравномерность распределения скоростей воздуха, локальные аэродинамические эффекты и влияние геометрических особенностей помещений и ограждающих конструкций на формирование микроклимата.

В этой связи в научных исследованиях и инженерной практике всё более широкое распространение получают методы вычислительной гидродинамики (CFD), позволяющие моделировать движение воздушной среды в трёхмерной постановке. CFD-моделирование основано на численном решении уравнений движения воздуха и позволяет получать детальное распределение скоростей, давления и других параметров потока в расчётной области. Применение таких методов даёт возможность более глубоко анализировать аэродинамические процессы, протекающие как внутри зданий, так и вблизи их ограждающих конструкций.

Одним из наиболее распространённых программных комплексов для решения задач вычислительной гидродинамики является ANSYS Fluent. Данный программный продукт активно используется в отечественных исследованиях для анализа ветровых воздействий на здания, оценки ветровой комфортности пешеходных зон и исследования динамического отклика высотных сооружений. Универсальность реализованных в ANSYS Fluent моделей и численных методов позволяет рассматривать его как эффективный инструмент для анализа различных задач движения воздушных потоков.

В работе Сафиуллина И. И. выполнено численное моделирование ветровых воздействий на высотное здание жилого комплекса «Лазурные небеса» с использованием программного комплекса ANSYS Fluent [4]. Автором подробно рассмотрены вопросы формирования расчётной области, задания граничных условий и выбора моделей турбулентности. Результаты численного моделирования сопоставлены с данными аэродинамических испытаний, что позволило подтвердить инженерную достоверность полученных расчётных данных. Применяемые в данной работе методические подходы являются универсальными и могут быть использованы при анализе процессов вентиляции зданий, в том числе при исследовании влияния внешних ветровых воздействий на формирование приточного и вытяжного воздухообмена.

Вопрос достоверности CFD-моделирования является ключевым при его использовании в инженерной практике. В работе Ефимовой А. М. и Саияна С. Г. выполнена валидация методики численного моделирования ветровых воздействий на здание сложной формы путём сопоставления результатов CFD-расчётов с экспериментальными данными аэродинамической трубы [3]. Авторами показано, что при корректной постановке задачи, выборе расчётной сетки и моделей турбулентности численное моделирование позволяет

получать результаты, сопоставимые с экспериментальными. Данные выводы имеют принципиальное значение и для задач вентиляции зданий, где корректность расчёта напрямую влияет на обоснованность проектных решений.

Численное моделирование в ANSYS Fluent широко применяется также для анализа ветровой комфортности пешеходных зон в условиях городской застройки. В исследовании Саияна С. Г. и Шебыревой Т. Д. выполнен сравнительный анализ ветровой комфортности пешеходных пространств при различных вариантах застройки территории НИУ МГСУ [2]. В работе показано, что численное моделирование позволяет выявлять зоны ускорения и застоя воздушных потоков, а также оценивать влияние архитектурных и планировочных решений на формирование ветрового режима. Подобные методические приёмы напрямую применимы при анализе распределения воздушных потоков внутри зданий и эффективности систем вентиляции.

Отдельное направление исследований связано с анализом динамического отклика зданий на ветровые воздействия. В работе Саияна С. Г., Зерновой А. М. и Васильева А. В. рассмотрено влияние численно моделируемых ветровых нагрузок на динамическое поведение высотного здания [1]. Несмотря на ориентацию исследования на вопросы прочности и устойчивости конструкций, используемые методы CFD-моделирования воздушных потоков являются универсальными и могут применяться при анализе аэродинамических процессов в зданиях различного назначения, включая задачи вентиляции.

Анализ рассмотренных исследований показывает, что методики CFD-моделирования, реализуемые в программном комплексе ANSYS Fluent, обладают высокой универсальностью. Подходы к формированию расчётной области, заданию граничных условий, выбору моделей турбулентности и интерпретации результатов могут быть адаптированы для анализа процессов вентиляции зданий. Применение CFD-моделирования позволяет учитывать влияние внешних ветровых воздействий, геометрических особенностей помещений и архитектурных решений на формирование воздушных потоков и параметры микроклимата.

Таким образом, использование программного комплекса ANSYS Fluent в задачах анализа вентиляции зданий является обоснованным и перспективным направлением инженерных исследований. CFD-моделирование позволяет повысить точность оценки воздухообмена, выявить неблагоприятные аэродинамические зоны и уточнить проектные решения, что способствует повышению энергоэффективности и комфортности зданий.

Выводы:

1. Методы CFD-моделирования широко применяются в отечественных исследованиях аэродинамики зданий и городских территорий.
2. Программный комплекс ANSYS Fluent является эффективным инструментом численного анализа воздушных потоков сложной структуры.
3. Методики CFD-моделирования, используемые при анализе ветровых воздействий, могут быть корректно адаптированы для задач вентиляции зданий.
4. Валидация CFD-моделей с использованием экспериментальных данных является необходимым условием их инженерной применимости.
5. Применение CFD-моделирования способствует повышению обоснованности проектных решений при проектировании систем вентиляции зданий.

**Список литературы:**

1. Саиян, С. Г. Динамический отклик высотного здания на численно моделируемые ветровые воздействия / С. Г. Саиян, А. М. Зернова, А. В. Васильев // Системные

технологии. – 2025. – № 2(55). – С. 121-137. – DOI 10.48612/dnitii/2025\_55\_121-137. – EDN WKTRXJ.

2. Саиян, С. Г. Численное моделирование и сравнительный анализ ветровой комфортности пешеходных зон НИУ МГСУ при строительстве кампуса мирового уровня / С. Г. Саиян, Т. Д. Шебырева // Системные технологии. – 2025. – № 2(55). – С. 81-91. – DOI 10.48612/dnitii/2025\_55\_81-91. – EDN PVZRCK.
3. Ефимова, А. М. валидация методики численного моделирования ветровых воздействий на здание сложной формы / А. М. Ефимова // Строительство - формирование среды жизнедеятельности: Сборник материалов семинара молодых ученых XXVIII Международной научной конференции, Брест, 23–25 апреля 2025 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2025. – С. 107-111. – EDN KMSZGB.
4. Сафиуллин, И. И. Исследование ветровых воздействий на ЖК "Лазурные небеса"/И. И. Сафиуллин//Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 4(30). – С. 413-417. – EDN TSMPMD.

#### References:

1. Saiyan, S. G. Dynamic response of a high-rise building to numerically simulated wind effects / S. G. Saiyan, A. M. Zernova, A. V. Vasiliev // System technologies. - 2025. - No. 2 (55). - Pp. 121-137. - DOI 10.48612/dnitii/2025\_55\_121-137. - EDN WKTRXJ.
2. Saiyan, S. G. Numerical modeling and comparative analysis of wind comfort of pedestrian zones of NRU MGSU during the construction of a world-class campus / S. G. Saiyan, T. D. Shebyreva // System technologies. - 2025. - No. 2 (55). - Pp. 81-91. - DOI 10.48612/dnitii/2025\_55\_81-91. - EDN PVZRCK.
3. Efimova, A. M. Validation of the methodology for numerical modeling of wind effects on a complex-shaped building / A. M. Efimova // Construction - formation of the living environment: Collection of materials of the seminar of young scientists of the XXVIII International Scientific Conference, Brest, April 23-25, 2025. - Moscow: National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2025. - P. 107-111. - EDN KMSZGB.
4. Safiullin, I. I. Study of wind effects on the Azure Skies residential complex / I. I. Safiullin // Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. - 2014. - No. 4 (30). - pp. 413-417. - EDN TSMPMD.