



## ➤ AUTODESK SIMULATION CFD. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВЕНТИЛЯЦИИ СЕРВЕРНЫХ КОМНАТ

С увеличением объемов информации и степени компьютеризации рабочих процессов все острее встает вопрос сохранности этой информации и обеспечения бесперебойной работы серверов. Сбой в этой области способен приостановить всю деятельность компании и привести к серьезным убыткам. Одним из основных условий стабильной работы серверов является поддержание оптимальной температуры воздуха в объеме серверных помещений, что достигается использованием специальных систем, выполненных на базе прецизионных кондиционеров.

В то же время даже правильно подобранное по мощности охлаждающее оборудование не всегда обеспечивает желаемое распределение параметров воздушной среды в объеме серверной и, соответственно, не гарантирует эффективную и безаварийную работу серверов. В помещении возможно наличие застойных зон с повышенными значениями температур, что отрицательно скажется на устойчивости работы серверной техники. Поэтому при проектировании таких ответственных объектов, как

серверные, желательно заранее, до ввода в эксплуатацию, убедиться в правильности принятого проектного решения.

Стандартные "инженерные" методики не всегда позволяют достоверно предсказать циркуляцию воздуха и распределение температуры. Здесь требуются методы вычислительной гидродинамики, которые принципиально расширяют возможности проектирования систем вентиляции и кондиционирования, позволяя с высокой степенью точности определить поля скорости, давления, температуры, концентрации компонентов, формируемые в помещении принятой схемой воздухораспределения.

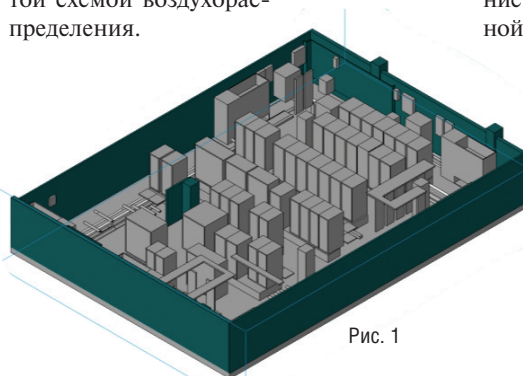


Рис. 1

Одним из решений, предоставляющих обширный выбор возможностей для моделирования потоков жидкостей и процессов теплопередачи, является программа Autodesk Simulation CFD. С ее помощью можно быстро и точно выполнять моделирование высокоскоростных турбулентных и несжимаемых потоков, столь же эффективно осуществляется моделирование теплопроводности и процессов конвективного теплообмена.

### Построение твердотельной модели

Первым этапом при решении задачи численного моделирования является создание трехмерной геометрии (твердотельной модели), с необходимой степенью точности описывающей исследуемый объект (рис. 1). Для этих целей обычно применяются CAD-системы AutoCAD, Autodesk Inventor, Autodesk Revit, SolidWorks, ProEngineer и ряд других.

Отдельно стоит упомянуть предоставляемую в комплекте с Autodesk Simulation CFD программу Autodesk Inventor Fusion, которая позволяет открывать 3D-модели,

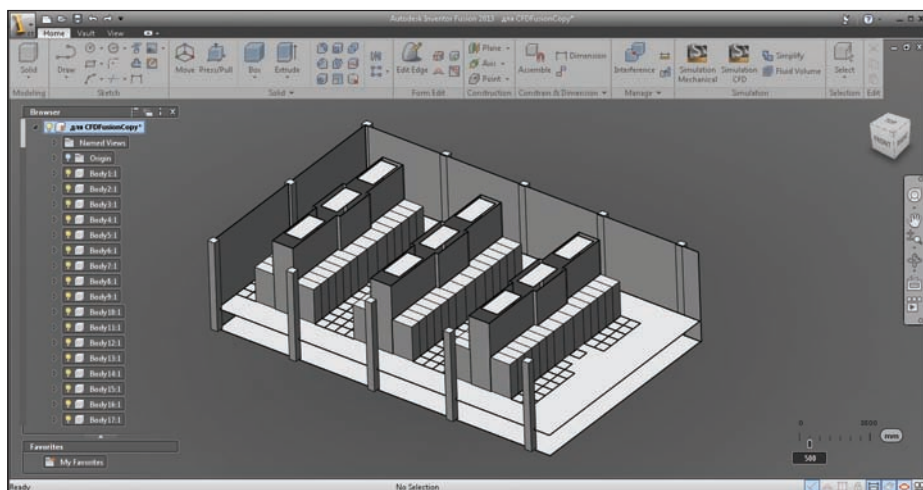


Рис. 2

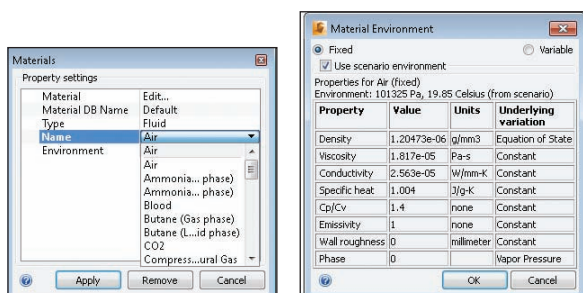


Рис. 3

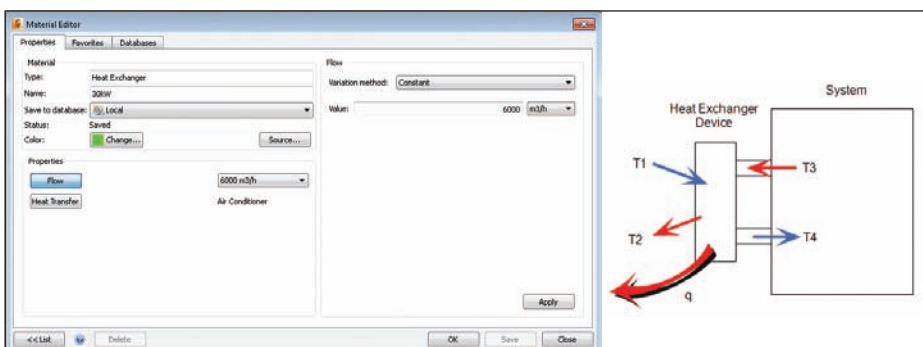


Рис. 4

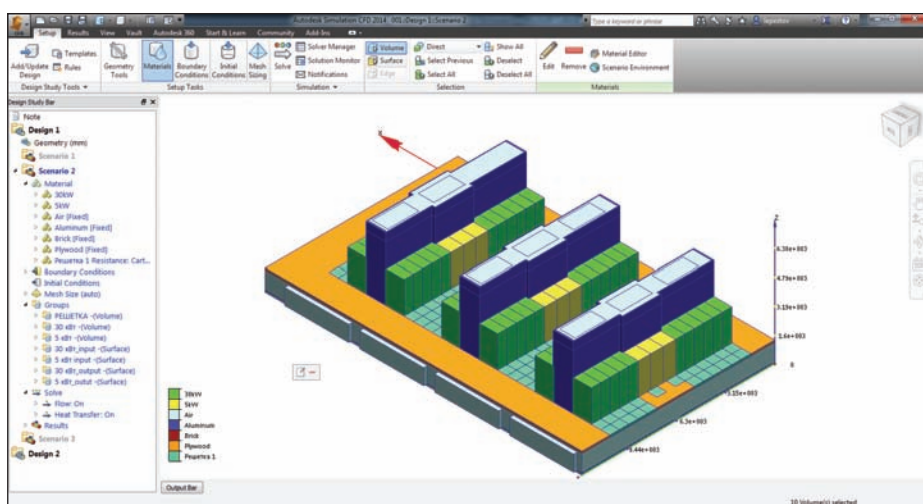


Рис. 5

подготовленные в самых разных исходных САПР, редактировать их и внедрять в конструкцию изделий. Пользователям предоставлены неограниченные возможности быстрого внесения изменений в выполняемые проекты (рис. 2).

## Задание условий расчета

Второй этап – построение расчетной сетки – в большинстве САЕ-систем является одним из важнейших и одновременно самым трудоемким, поскольку разрешение тех или иных структур течения непосредственно связано с используемой расчетной сеткой. Грубой сетки, например, может оказаться недостаточно, чтобы поймать имеющиеся в течениях вихревые зоны. Структура расчетной сетки также зависит от параметров, которые необходимо получить по итогам решения задачи.

Autodesk Simulation CFD имеет встроенную библиотеку материалов, которую можно пополнять. По умолчанию для модели помещений серверных используются параметры воздуха, представленные на рис. 3.

Одной из целей исследования является определение эффективности работы оборудования, выбранного для кондиционирования серверного помещения. Теплообменники и кондиционеры представляют собой общие элементы соответствующих систем и играют значительную роль в тепловом управлении, а правильное моделирование исключительно важно для оптимизации термического поведения. В связи с этим разработчиками данного САЕ-комплекса был внедрен тип материала "Heat Exchange" (рис. 4).

Тип материала "Heat Exchange" позволяет быстро и легко описать в рамках поставленной задачи различные теплообменные устройства, встречающиеся в АЕС, центрах обработки данных и других архитектурных приложениях:

- обогреватель или устройства в HVAC, АЕС и архитектурных средах;
- кондиционер компьютера (CAC);
- воздухоохладители;
- жидкие охладители;
- кондиционеры.

Сложный комплекс оборудования и его физическая модель предстают в рабочем пространстве приложения в виде простой математической модели, представленной на рис. 5.

Технология работы с сетками в Autodesk Simulation CFD позволяет быстро подготавливать сложные 3D-изделия к моделированию. Благодаря автоматизации

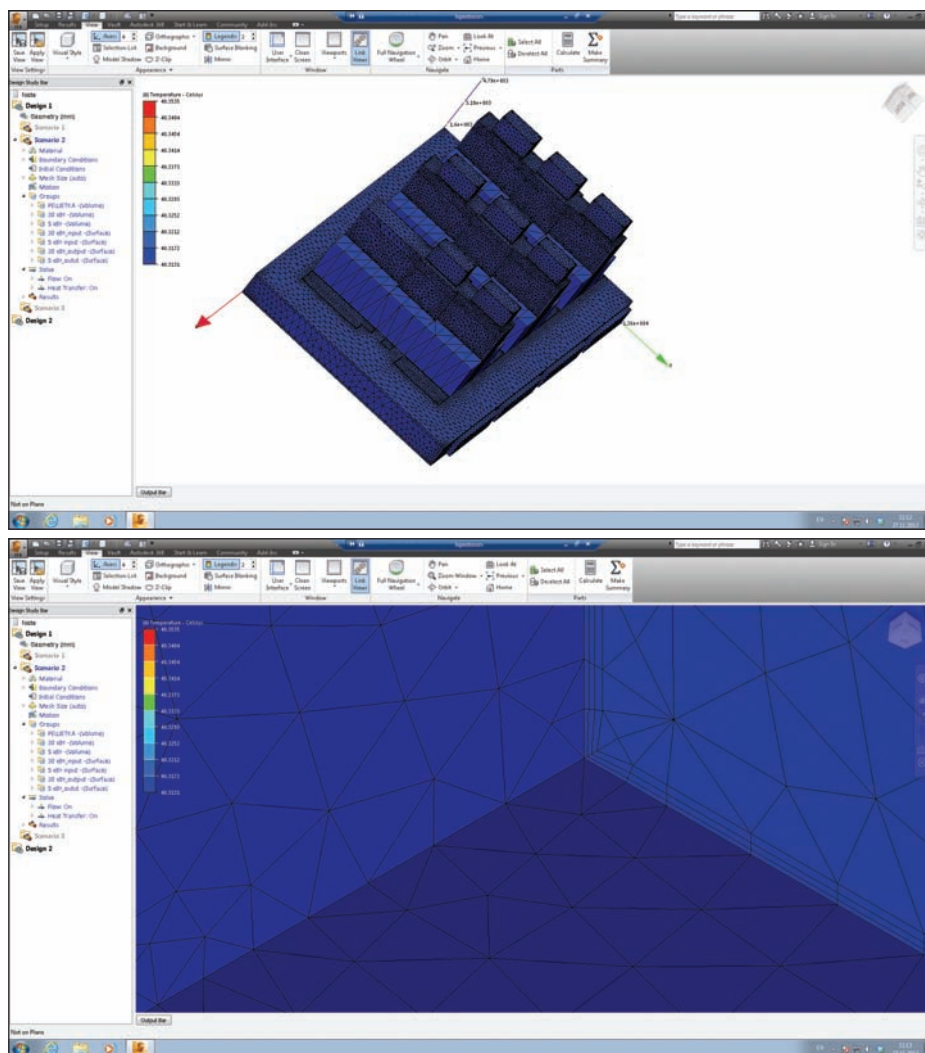


Рис. 6

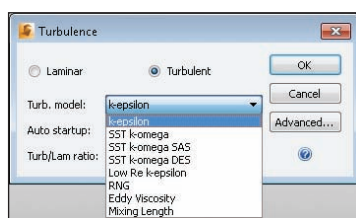


Рис. 7

этого процесса система может использоваться не только узкими специалистами, что позволяет ускорить работу. В продукте реализованы следующие возможности работы с сетками (рис. 6):

- автоматический подбор размеров сетки — вы можете задать сетку с помощью топологического запроса расчетной геометрии, определения ее размеров и распределения на каждой кромке, поверхности и объеме;
- локальная подстройка размеров — динамическое изменение сетки по мере необходимости;

- диагностика геометрии сетки — выявление чрезвычайно тонких поверхностей и чрезвычайно маленьких кромок относительно остальных компонентов модели;
- оптимизация сетки граничных слоев — автоматическое добавление слоев элементов к сетке жидкости во всех областях контакта "жидкость — стена" и "жидкость — твердое тело". Для обеспечения плавного перехода высота сетки смежных поверхностей меняется постепенно;
- области уточнения сетки — повышение точности и эффективности моделирования благодаря уточнению сетки только в важных областях;
- темп роста объема — управление темпом роста сетки в крупных областях с небольшим количеством деталей;
- автоматическое уточнение сетки — непосредственное управление изотропными изменениями масштаба длин поверхностей модели. Инстру-

мент обеспечивает точное управление интенсивностью переходов, а также позволяет указывать темпы роста для сеток поверхностей;

- уточнение зазоров и тонкостенных тел — уточнение небольших зазоров и длинных тонких цельных деталей.

## Математические модели

В рассматриваемом примере моделирование турбулентного течения проводилось в рамках трехмерных уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу (Reynolds Averaged Navier-Stokes). Этот подход к моделированию турбулентности применяется сейчас при решении практических задач наиболее широко.

В расчетах задач подобного рода обычно используют SST "k- $\omega$ " модель турбулентности (модель Ментера), однако решатель Autodesk Simulation CFD обладает более широким арсеналом моделей турбулентности для решения других задач (рис. 7).

Технология расчета Accelerant в Autodesk Simulation CFD состоит из нескольких передовых интеллектуальных компонентов, каждый из которых оптимизирован для быстрого и эффективного получения максимально точных и надежных результатов.

- Решающий модуль Accelerant — система решения разреженных матриц Крылова, использующая два уровня предобуславливания. Каждый уровень контролируется допуском на отсечку и строится в процессе факторизации. После завершения факторизации он используется в петле итеративной конвергенции.
- Интеллектуальное управление решением задач — Autodesk Simulation CFD автоматически подбирает параметры конвергенции и временной шаг.
- Автоматическая оценка конвергенции — благодаря отслеживанию процесса и автоматической остановке моделирования при достижении нужного значения пользователь точно знает, когда подбор нужного решения будет завершен.

## Результат

Результаты расчетов отображаются средствами визуализации Autodesk Simulation CFD, собранными на одной вкладке меню (рис. 8).

Оборудование серверов и прецизионных кондиционеров располагается так, что горячий воздух, поступающий от серверных стоек, попадет в коридор, где находятся

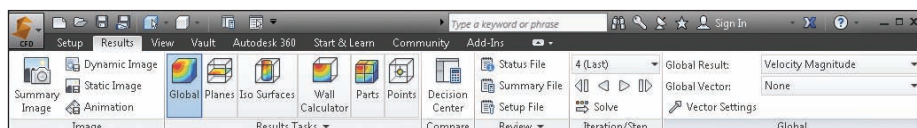


Рис. 8

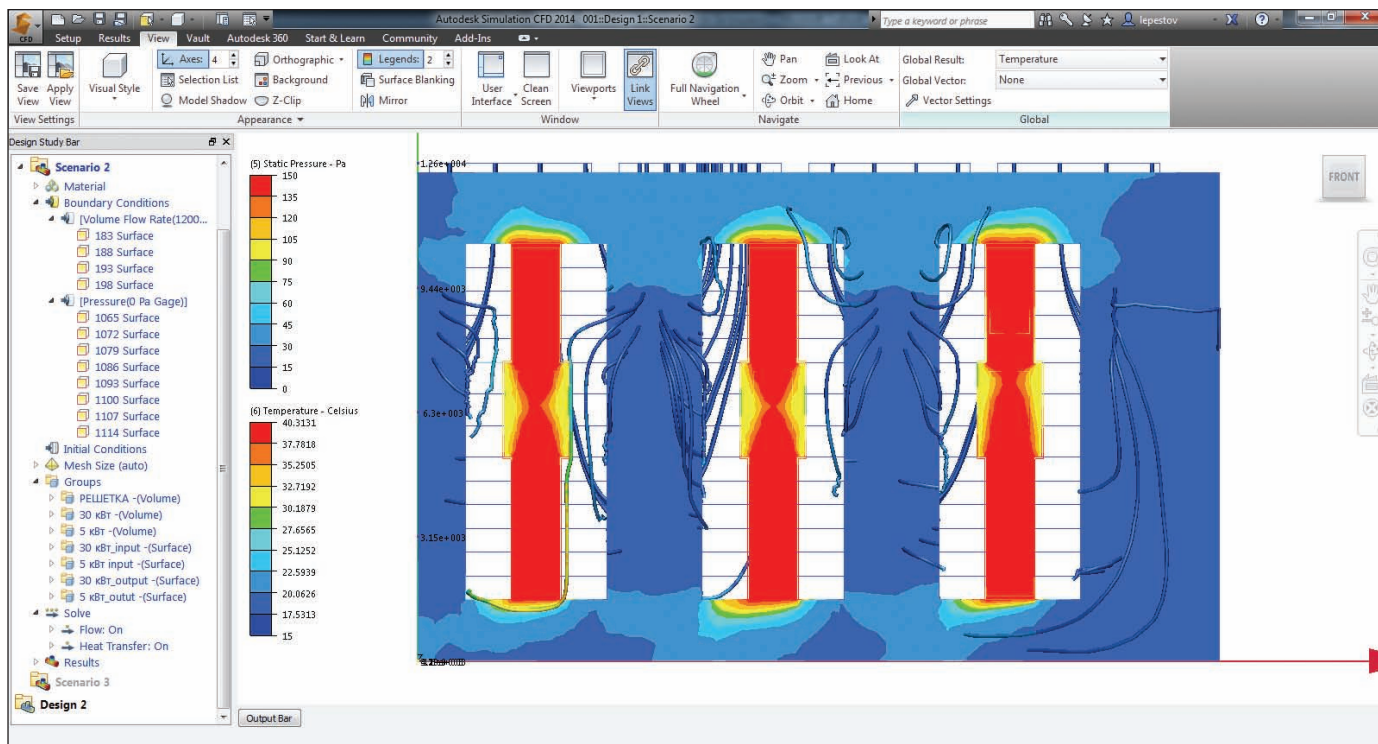


Рис. 9

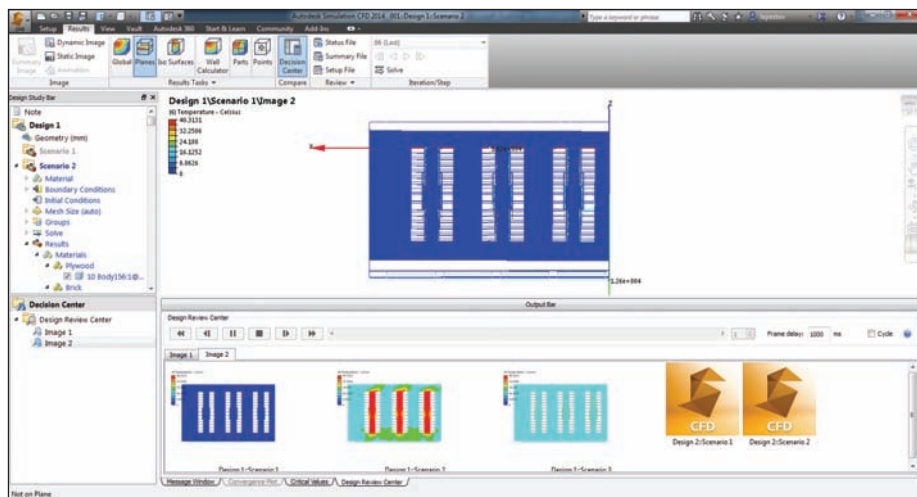


Рис. 10

заборные решетки кондиционеров. И наоборот, охлажденный воздух от кондиционеров поступает в коридоры, где размещены воздухозаборные поверхности серверных стоек. Таким образом, в помещении серверной можно выделить "холодные" и "горячие" коридоры (рис. 9). Задача исследования — определить, не окажет ли обнаруженное локальное по-

вышение температур негативного влияния на работу серверной техники, а также выявить недостатки принятого проектного решения по составу и расположению оборудования.

Сократить время, необходимое для получения результатов и сравнения различных вариантов проекта, позволяет уникальный инструмент Design Review Center (рис. 10).

При использовании этого инструмента инженеру предоставлена возможность:

- получать данные по одному из сценариев исследований;
- быстро и легко сравнивать различные варианты исполнения без дополнительных итераций и экспорта/импорта информации.

Результат — быстрое и безошибочное принятие решения. При этом работа с Design Review Center организована так, чтобы обеспечить одновременное сравнение множества сценариев.

Таким образом, инструменты Autodesk Simulation CFD позволяют достоверно предсказать циркуляцию воздуха, распределение его температуры и скорости. Инженер принимает решения на основе результатов численного моделирования работы серверного оборудования, обеспечивая требуемые значения температуры и не допуская появления областей с недопустимо высокой температурой воздуха на входе в серверные стойки.

**Антон Ленестов**

**CSoft**

**Тел.: (495) 913-2222**

**E-mail: lepestov@csoft.ru**