

2) Цынаева А. А., Исследование конвекции в помещении со сплит-системой; Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. 2017. Т. 68, № 49. С. 79–91. URL: <http://science.nikitin-pro.ru/j/Nikitin-VVologGASU-2017.pdf>

3) СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения 2.10.2018)

4) URL:<https://www.onshape.com>.

5) Никитин М. Н. Сравнительный анализ численного моделирования естественной конвекции в программных пакетах ANSYS Fluent, Code Saturne и OpenFOAM/ М. Н. Никитин // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. Т. 23, № 2. С. 124–128. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.22

6) Кортяева Д.О., Цынаева А.А. Исследование микроклимата в салоне авиасалона с одноэтажной и двухэтажной компоновкой салона / Д.О. Кортяева, А.А.Цынаева // В сборнике: Теоретические и практические аспекты развития науки Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2017. С. 131-137.

7) Nikitin, M.N. Modeling of natural convection. 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 - Proceedings. p.7911583 DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7911583

8) URL:<https://www.simscale.com>.

9) URL:<https://www.openfoam.com/>.

й © Р.И. Са у тдов, А.А. наева, 2018

ф

К 697:725.1

й Р.И. Са у тдов

магистрант кафедры "Теплогасоснабжения и вентиляции"

Ц ы А.А. наева

доцент кафедры "Теплогасоснабжения и вентиляции"

Научный руководитель

Ц ы Е.А. наева

к.т.н., доцент

Самарский государственный технический университет

г. Самара, Россия

ДИСЛЕ ННОЕ ИССЛЕ ОВАНИЕ ЯЕПЯОДОВО СОСТЮ НИ ПОМЕ ЕНИ Щ С РАБОТА ЮЕЙ СПЛИТ-СИСТЕМОЙ

Введение

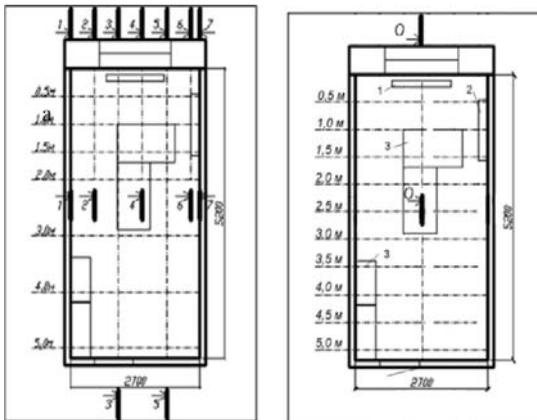
В XXI веке, в веке образования и новых технологий одним из вариантов решения задачи обеспечения микроклимата здания, для комфортных условий пребывания человека в помещении является применение сплит-системы [1]. Теплофизические эксперименты проводятся в компьютерных программах, каких в данное время большое количество в свободном доступе. Эти программы позволяют сэкономить время и деньги. Задачи исследования систем обеспечения микроклимата решались численными методами в работах [3-8]. Применение коммерческих программных пакетов требует затрат на приобретение лицензии, поэтому в данном исследовании использовались программы со свободной лицензией Paraview [2] и онлайн сервисы SimScale, Onshape [6]. Численное моделирование является перспективным инструментом для проведения инженер-

ных расчетов систем теплогазоснабжения и вентиляции [3-8], и позволяет оптимизировать расположение сплит-систем в помещении в зависимости от расстановки оборудования, мебели, рабочих мест в офисах и мест постоянного пребывания в жилых помещениях. Так, как сплит-системы широко применяется в жилых и общественных зданиях для поддержания требуемых параметров микроклиматах [1,8,9], то задача оптимизации их работы является актуальной и практически значимой.

Верификация используемых сервисов и моделей проводилась путем сравнения результатов численного исследования с экспериментальными данными [1]. В рассмотренном эксперименте описывалось помещение с размерами 5.2x2.7x4.1 м (см. Рисунок 1 и 2), оснащенное сплит-системой, радиатором, со светопрозрачными проёмами с размерами 1.8x2.7 м.



щ я Рис. 1. Поме ен в д лсс е одан



щ я Рис. 2. П ан поме ен схема амеров [1] з

Вопросы современной науки: актуальные тенденции

Математическая модель помещения была построена в программе Oneshape (см. Рисунок 3а), с помощью Extrude (выдавливания) были сделаны радиатор, окно, внутренний блок сплит-системы, шкаф и стол в помещении. Далее, построенная геометрия была экспортирована в SimScale, и выполнено создание расчетной сетки (см. Рисунок 3б). Количество клеток в расчетной сетке 288569.

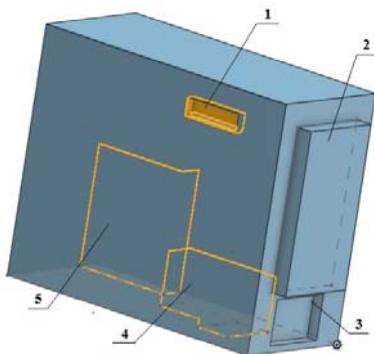


Рис. 3а. Расчетная модель

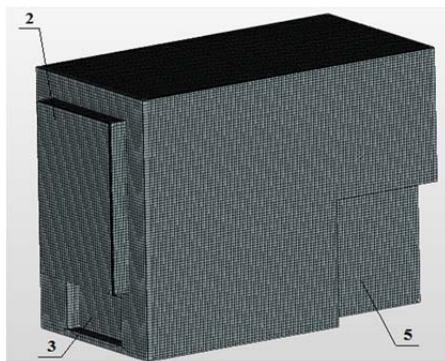


Рис. 3б. Расчетная сетка

1 - сплит-система, 2 - окно, 3 - радиатор 4 - стол, 5 - шкаф

Расчетная сетка Coarse с размерами ячеек (средний: 0.0098589 минимальный: 1.56e-05, максимальный: 0.0387225211767), около окна было сделано измельчение размеров сетки, которое показано на рисунке 4. Время года для исследования было выбрано лето. Исходные данные для моделирования задавались те же, что и в верификационном эксперименте: - температура воздуха в помещении 27°C, - температура воздуха подаваемого из сплит-системы 16°C, - скорость воздуха, подаваемого из сплит-системы 1 м/с, теплопоступления от светопрозрачных проёмов задавались через коэффициент теплоотдачи $\alpha=15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$. Адиабатическими были заданы внутренние стенки. Не был учтен теплообмен с соседними помещениями.

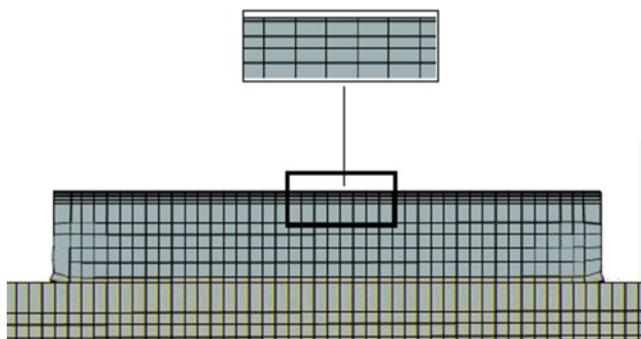


Рис. 4. Измельчение сетки в области окна

Технические науки

Общее время проведения исследования составила 360 секунд, временной шаг 5 секунд. Полученный результат представлен на рисунках 5а, 5б и графиках на рисунке 6а и 6б.

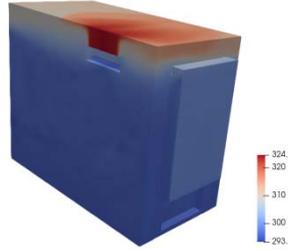
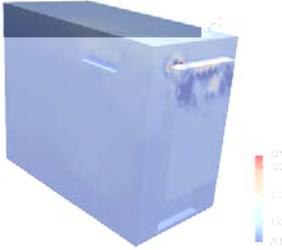


Рис. 5а. Температура воздуха на поверхности после 180 с.

Рис. 5б. Температура воздуха на поверхности после 360 с.

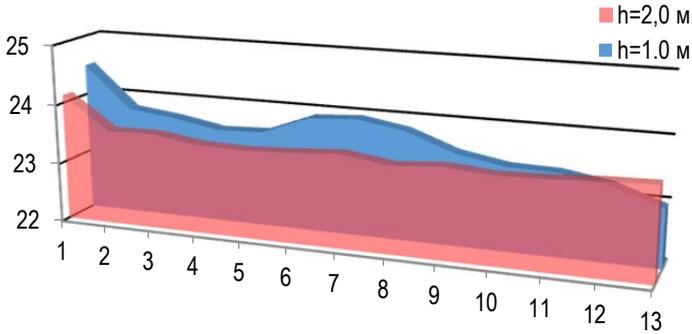


Рис. 6а. Температура воздуха в поперечном сечении экрана в различные моменты времени [1]

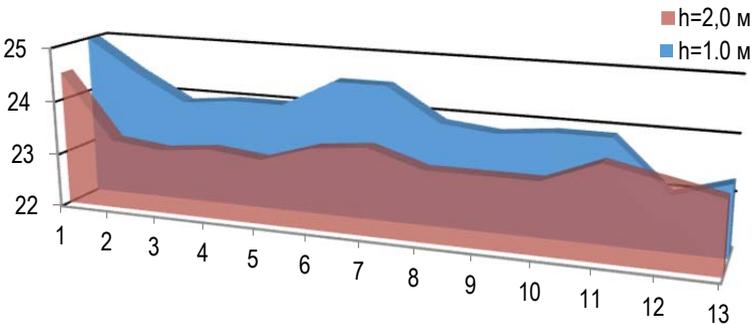


Рис. 6б. Температура воздуха в поперечном сечении экрана в различные моменты времени [1]

По окончании работы сплит-системы средняя температура в помещении составила 23,6°C. Полученная погрешность в сравнении с экспериментом составила 2,2%, что меньше инструментальной погрешности измерения.

Таким образом, можно сказать, что принятая математическая модель, программный продукт адекватны отвечают требованиям к численному эксперименту и могут быть использованы для исследований работы систем обеспечения микроклимата. В дальнейшем автор планирует провести численные исследования систем обеспечения микроклимата и сформулировать рекомендации для проектировщиков и разработчиков данных систем.

и и Сп ашк ера ур

1. Цынаева А.А., Кратковременная работа сплит-системы. / Цынаева А.А., Баринов А.Ю., Второва Л.И., Данилина А.А.; Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 3 (71). С. 53-58.

2. Алексеев А.В. Обзор и тестирование программ со свободным доступом для трёхмерных расчётов / Алексеев А.В.; Сборник трудов ао гнц ниитар. 2017. № 4. с. 60-65.

3. Данилина О.В. Исследование процессов микроклимата помещений / Данилина О.В. ; в сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК материалы VIII международной научно-практической конференции. 2017. с. 57-59/.

4. Цынаева А.А., Исследование теплообмена в помещении со сплит-системой / Цынаева А.А., Никитин М.Н., Кортяева Д.О.; в книге: Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении материалы X школы-семинара молодых ученых и специалистов академика РАН в.е.алемасова. 2016. с. 81-84.

5. Никитин М. Н., The stratification study of public buildings microclimate parameters with supply and exhaust ventilation; Материалы Int. conf. SPbWOSCE-2016 "SMART City" (Санкт-Петербург, 15--17 ноября 2016). Санкт-Петербург: IEEE, 2017. Т. 106. С. 06018. DOI: 10.1051/mateconf/201710606018.

6. Никитин М. Н. Сравнительный анализ численного моделирования естественной конвекции в программных пакетах ANSYS Fluent, Code Saturne и OpenFOAM/ М. Н. Никитин; Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. Т. 23, № 2. С. 124--128. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.22

7. Цынаева А. А., Исследование конвекции в помещении со сплит-системой; Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. 2017. Т. 68, № 49. С. 79--91. URL: <http://science.nikitin-pro.ru/j/Nikitin-VVolgGASU-2017.pdf>

8. Канев М.А. Численное моделирование тепловлажностных процессов в административных помещениях в северных климатических условиях/ М.А. Канев; Вестник гражданских инженеров. 2015. № 5 (52). С. 171-178.

9. Карташова А.О., Исследование работы сплит-системы в режиме подогрева. / А.О. Карташова, Д.О. Кортяева, К.Е. Кулясова, А.А. Цынаева; Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 1 (18). С. 90-99.

й © РД. Са у ытдов, А.А. наева, 2018

ф