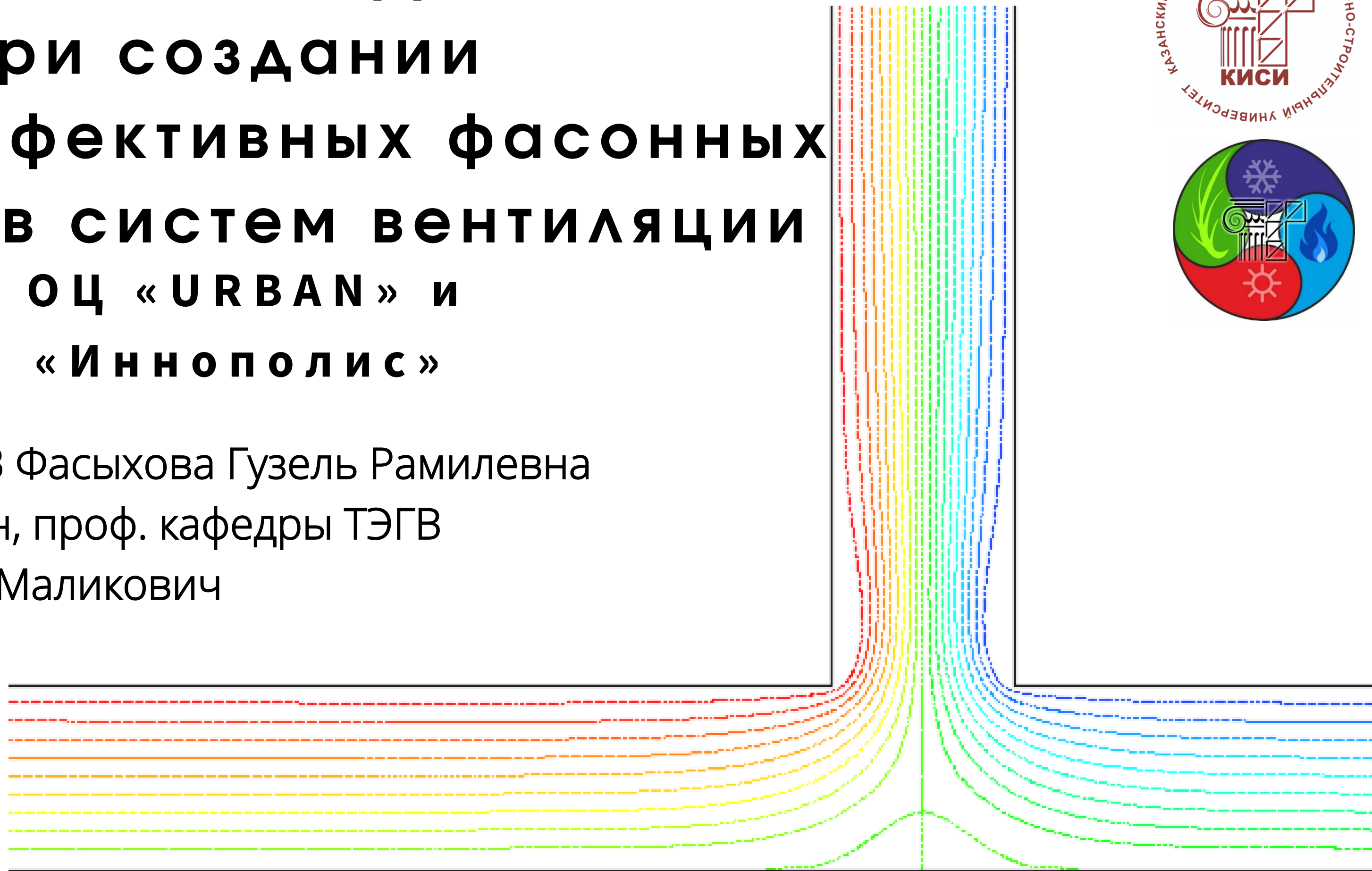


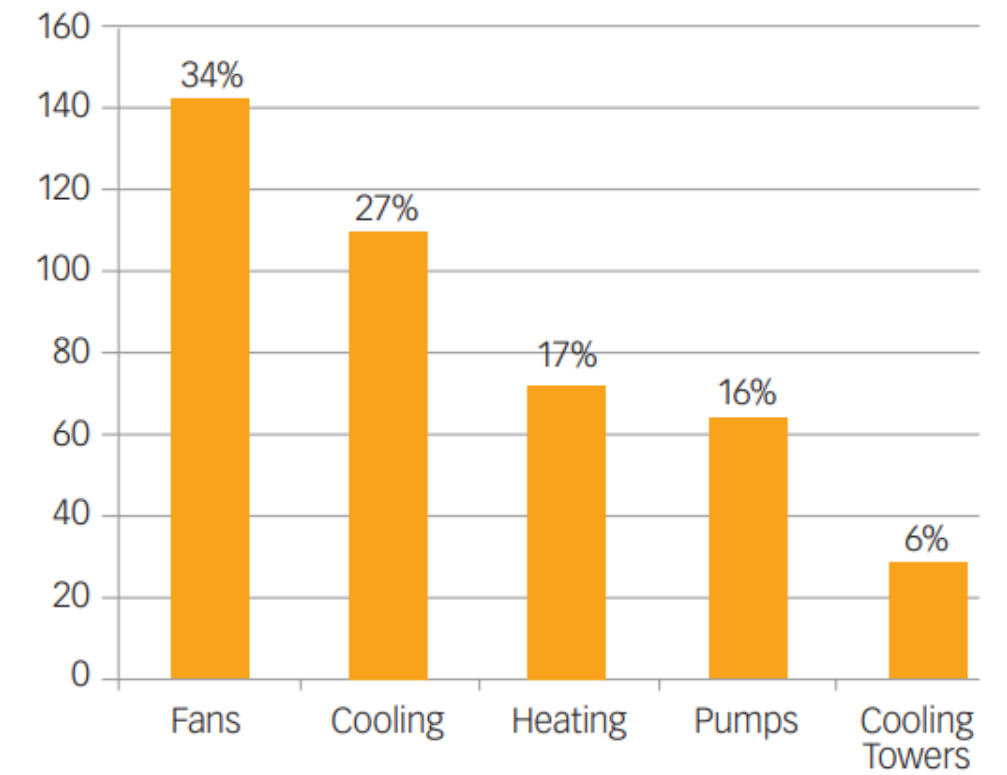
Использование цифровой модели при создании энергоэффективных фасонных элементов систем вентиляции на примере ОЦ «URBAN» и Технопарка «Иннополис»

Аспирант каф.ТЭГВ Фасыхова Гузель Рамилевна

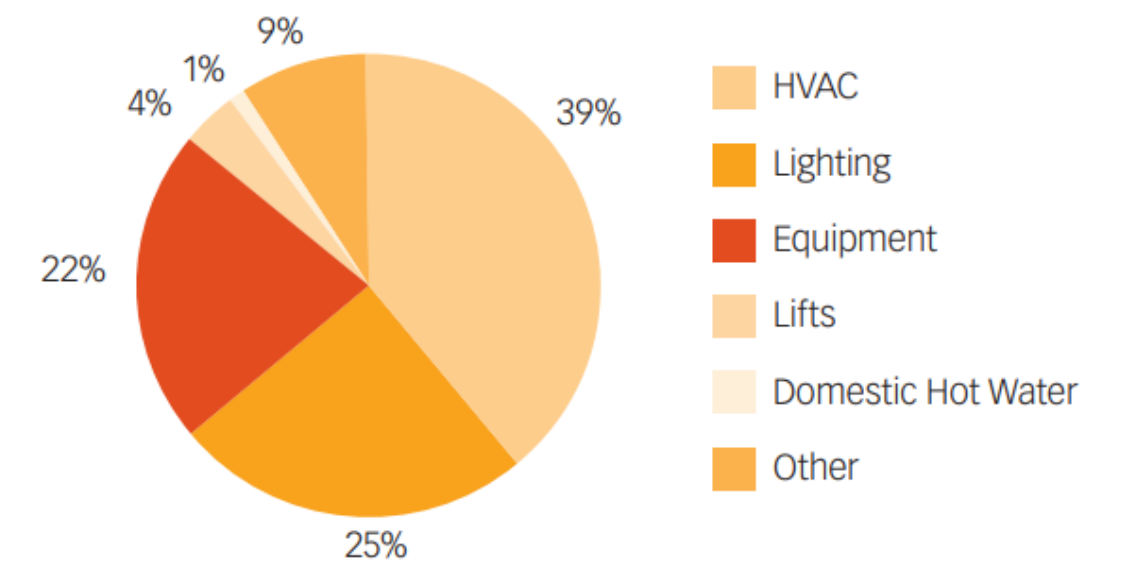
Руководитель: д.т.н, проф. кафедры ТЭГВ

Зиганшин Арслан Маликович





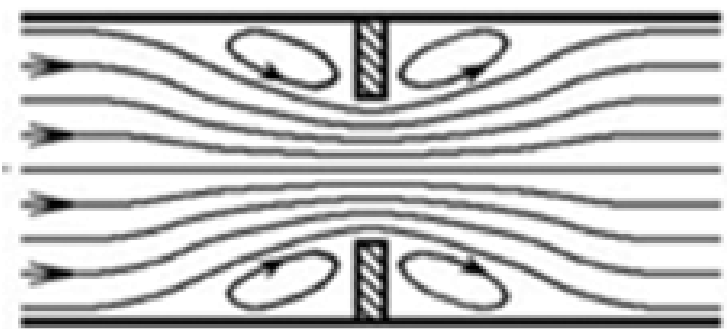
Распределение затрат на электроэнергию в системах отопления, вентиляции и кондиционирования



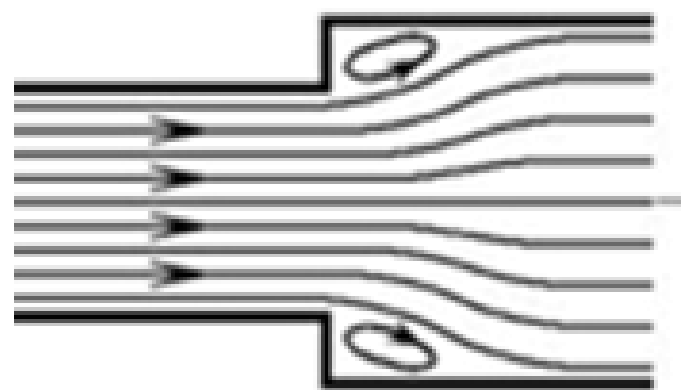
Среднее распределение затрат электроэнергии в административном здании

Lecamwasam, L. et al. Guide to Best Practice Maintenance & Operation of HVAC Systems for Energy Efficiency [Electronic resource] / L. Lecamwasam, J. Wilson, D. Chokolich. - Commonwealth of Australia, - 2012. - P. 86.

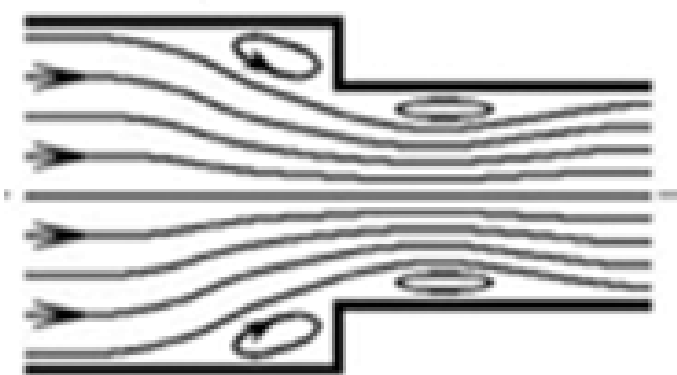
Местные сопротивления – основная причина потерь давления в системе вентиляции



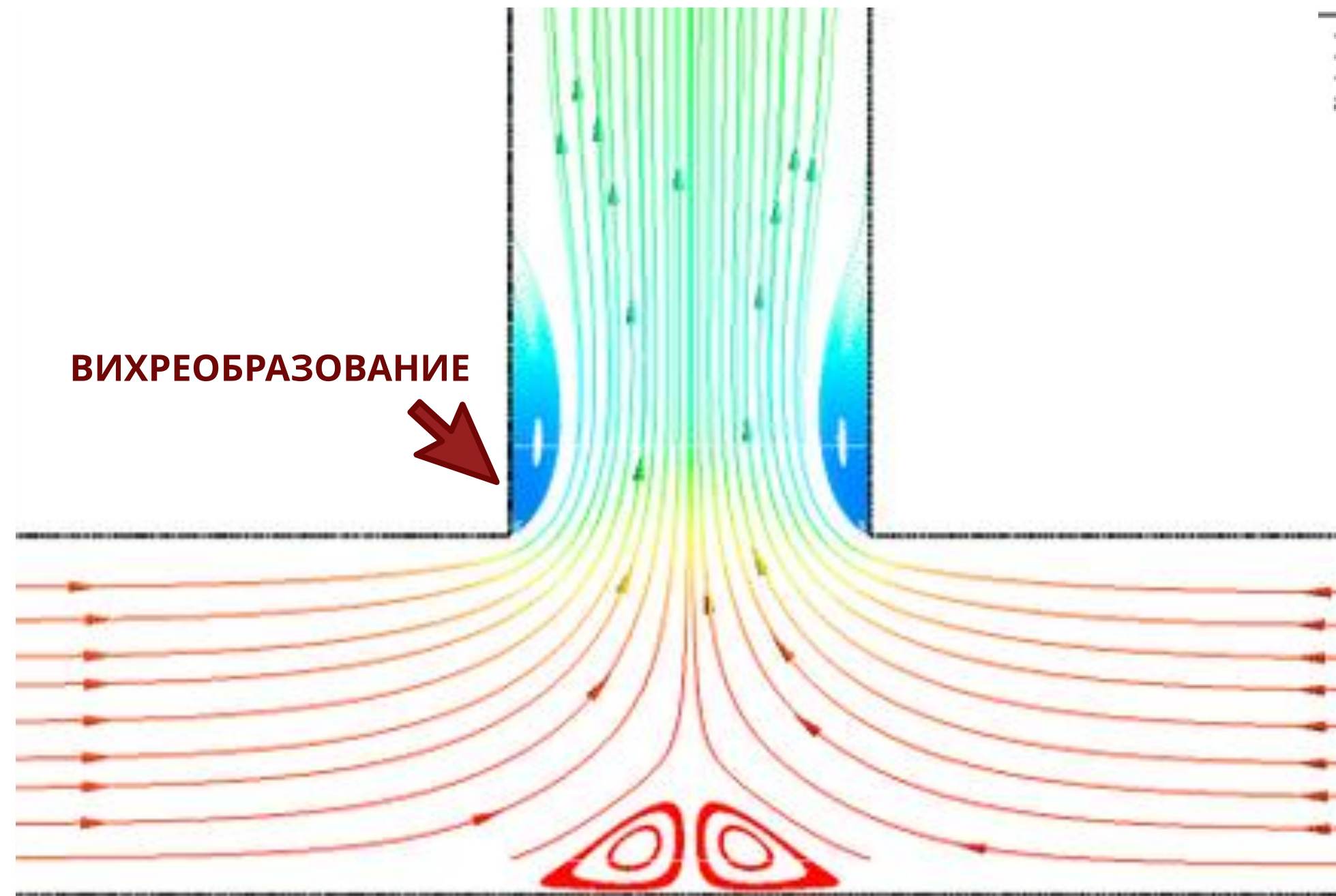
Диафрагма



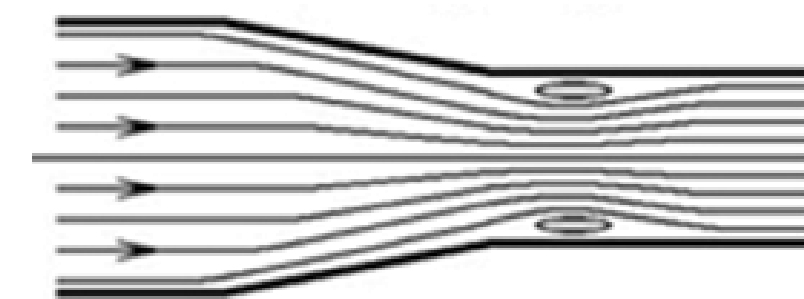
Внезапное расширение



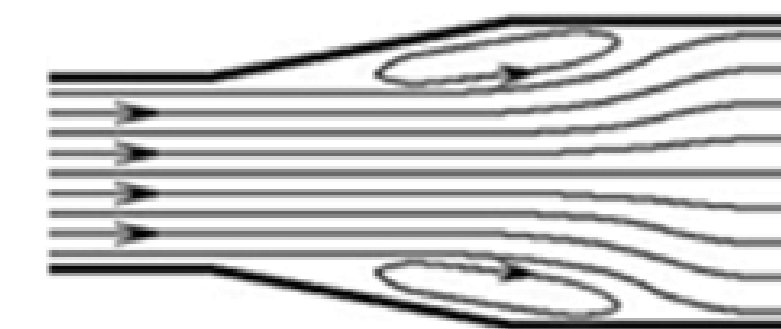
Внезапное сужение



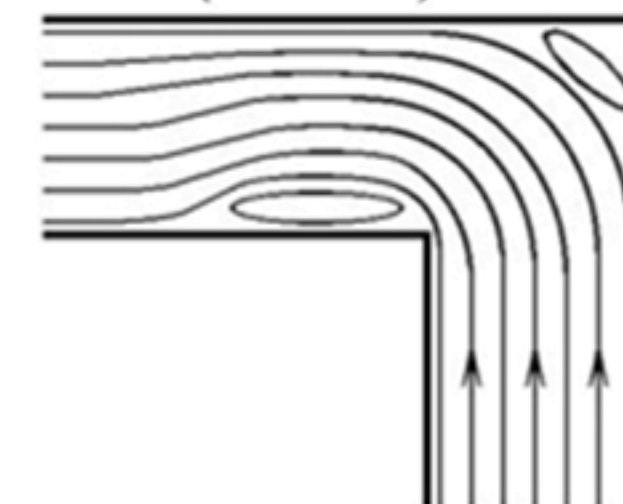
Симметричный вытяжной тройник



Конфузор



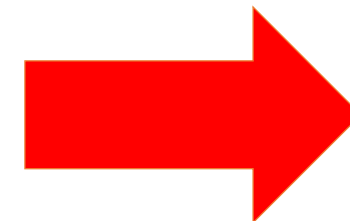
Диффузор



Острый отвод (коллено)

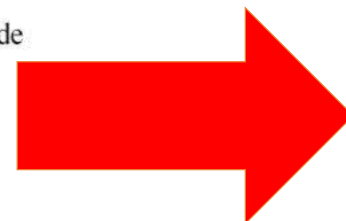
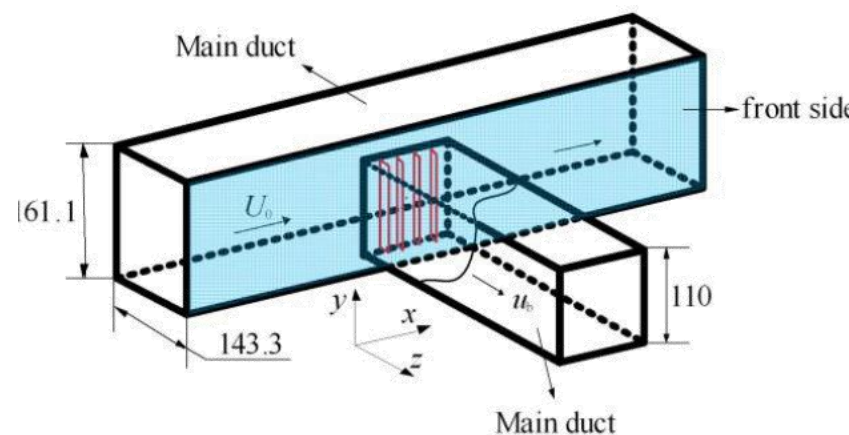
Способы оптимизации фасонных деталей

Скругление
кромки



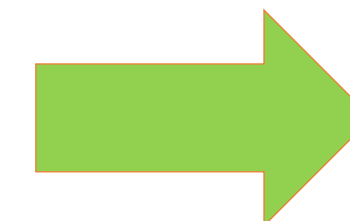
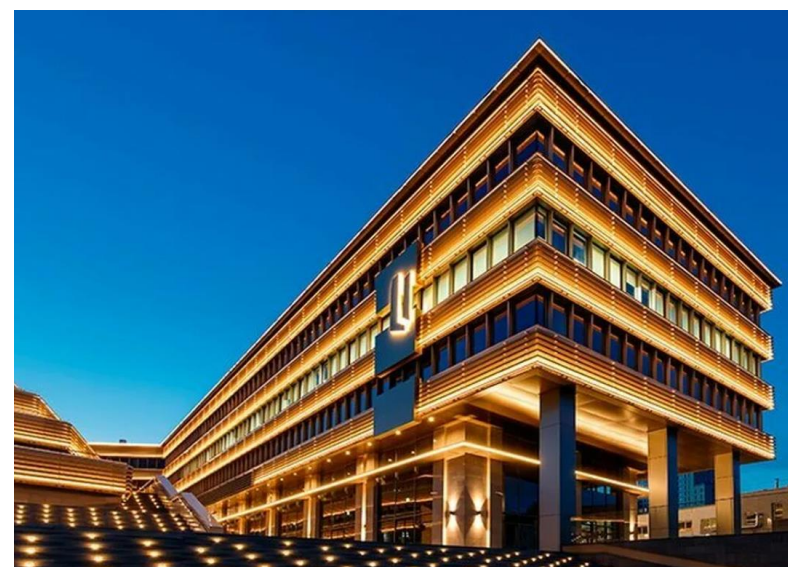
Увеличенные
габариты

Установка
направляющих
лопаток



Усложнение технологии
изготовления. Удорожание.

Профилирование
стенки



Снижение
сопротивления
без удорожания
и увеличения
габаритов

Бизнес-центр Urban
ул.Островского 98, г.Казань

Актуальность исследования заключается в подробном изучении течения воздуха в фасонной детали и определении с достаточной точностью местонахождения вихревых зон и их очертаний. Подробно зная характеристики течения, а именно – очертания, возникающих вихревых зон, можно снизить сопротивление детали, не увеличивая ее габариты и не усложняя технологию ее изготовления – профилируя стенку или устанавливая специальную профилирующую вставку.

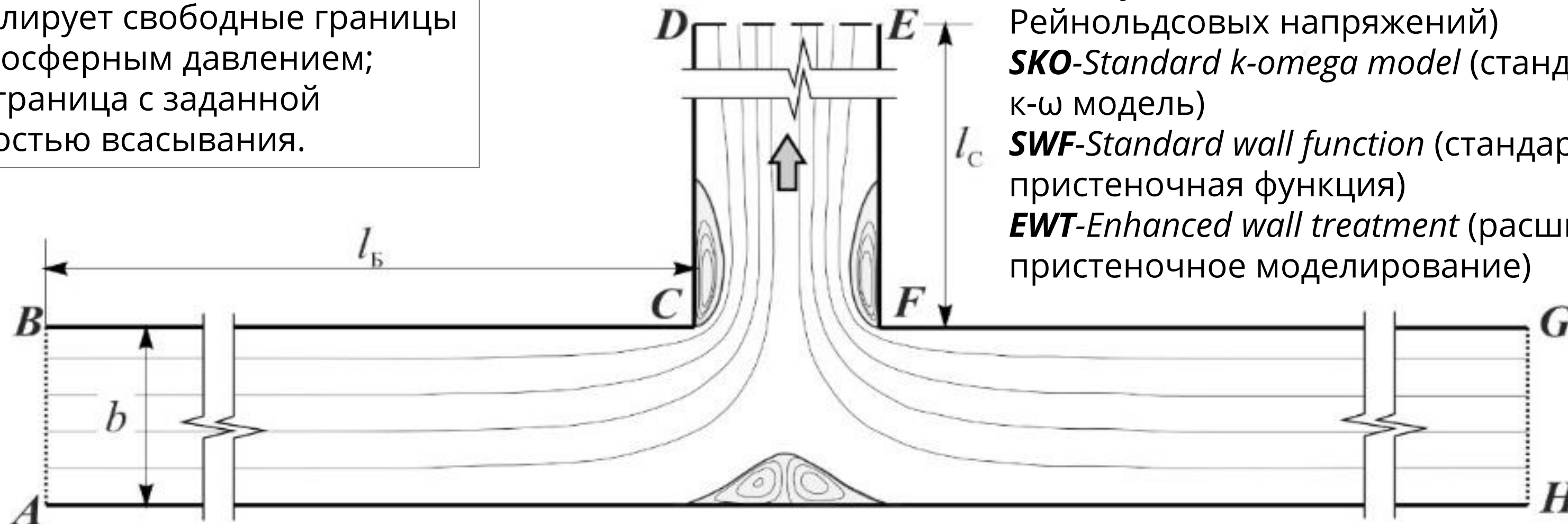
При проведении таких мероприятий удастся снизить коэффициент местного сопротивления фасонной детали, что приведет к существенной экономии эксплуатационных и капитальных затрат.

Обычно вентиляционные фасонные детали расположены близко друг к другу, что приводит к необходимости учета их взаимного влияния, что на сегодняшний день слабо изучено.

Цель заключается в создании оптимальной геометрии энергоэффективных (профилированных) одиночных тройников и узлов типа «тройник - колено» с уменьшенным аэродинамическим сопротивлением.

Численная модель симметричного вытяжного тройника

AB и **GH** – граничное условие «*Pressure Inlet*», которое моделирует свободные границы с атмосферным давлением;
DE – граница с заданной скоростью всасывания.



SKE-Standard *k-epsilon* model (стандартная к-ε модель)

RSM-Reynolds Stress model (модель Рейнольдсовых напряжений)

SKO-Standard *k-omega* model (стандартная к-ω модель)

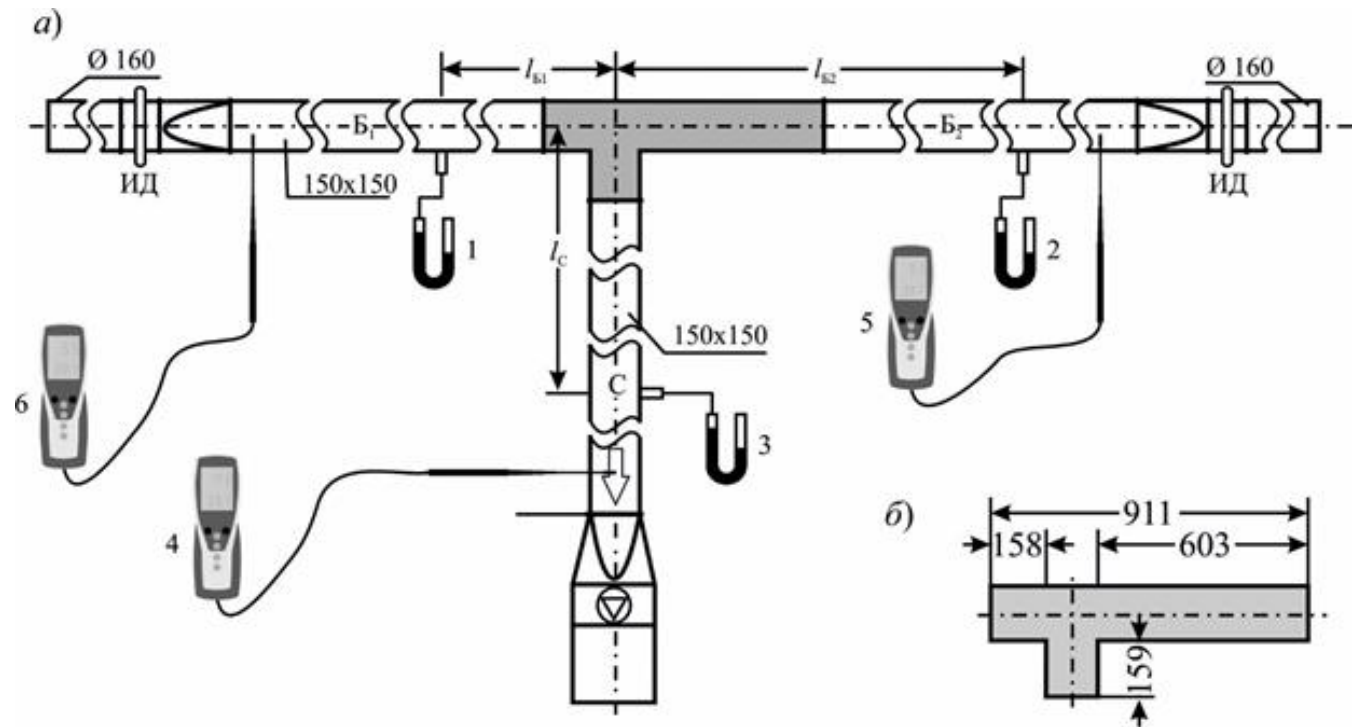
SWF-Standard wall function (стандартная пристеночная функция)

EWT-Enhanced wall treatment (расширенное пристеночное моделирование)

$$\zeta_{\text{поворот}} = \frac{P_{AB} - P_{DE} - \Delta P_{\text{тр}(l_b)} - \Delta P_{\text{тр}(l_c)}}{\Delta P_d}$$

Зиганшин А.М, Сафиуллина Г.Р. Компьютерная модель течения в симметричном тройнике на слияние – равносторонняя геометрия // Энерго-и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Екатеринбург: УрФУ, 2019. С. 341-344.

Экспериментальная установка

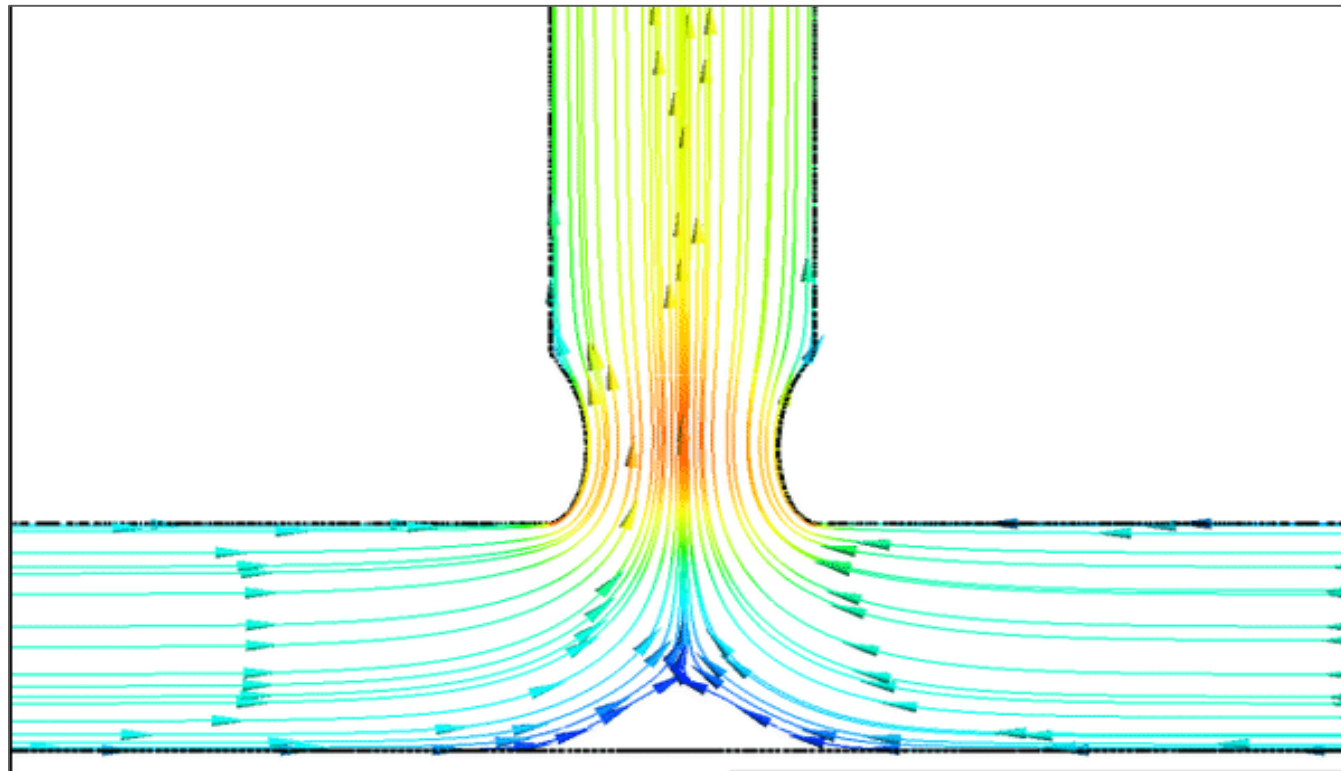


Экспериментальная установка со сменными фасонными деталями:
ИД – измерительные диафрагмы на левом и правом боковых ответвлениях;
1-3 – штуцеры для измерения давлений микроманометром Testo 521-3
4-6 – лючки для измерения скоростей потока воздуха термоанемометром Testo 425.

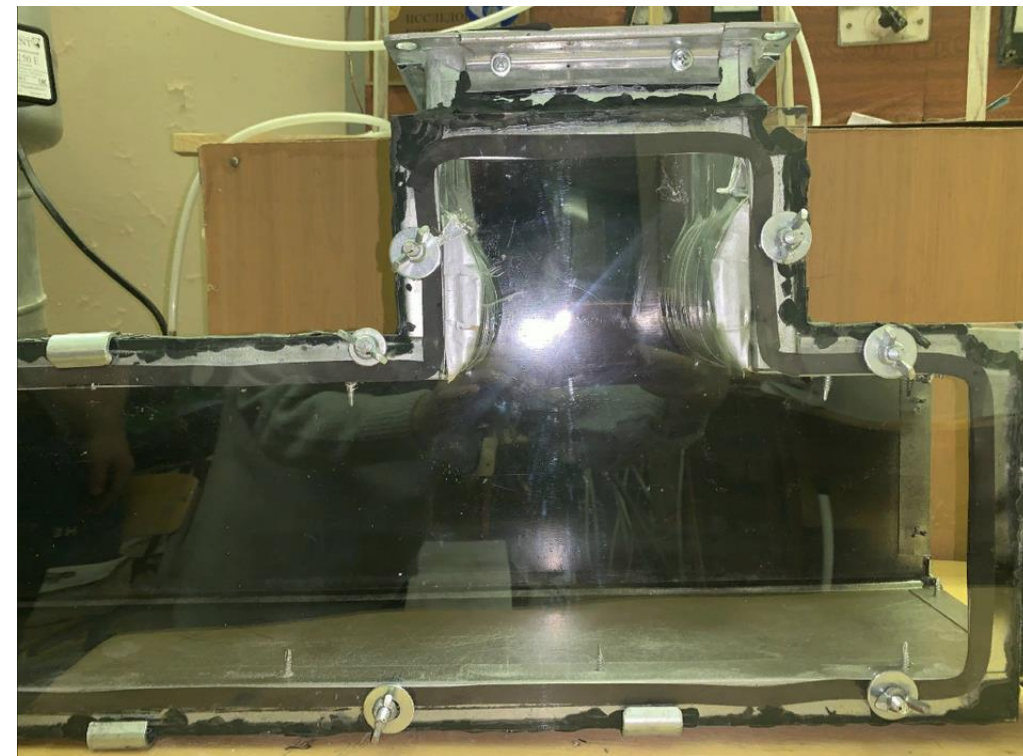
Видеофиксация визуализации вихревых зон



**Численная модель
профилированного тройника**

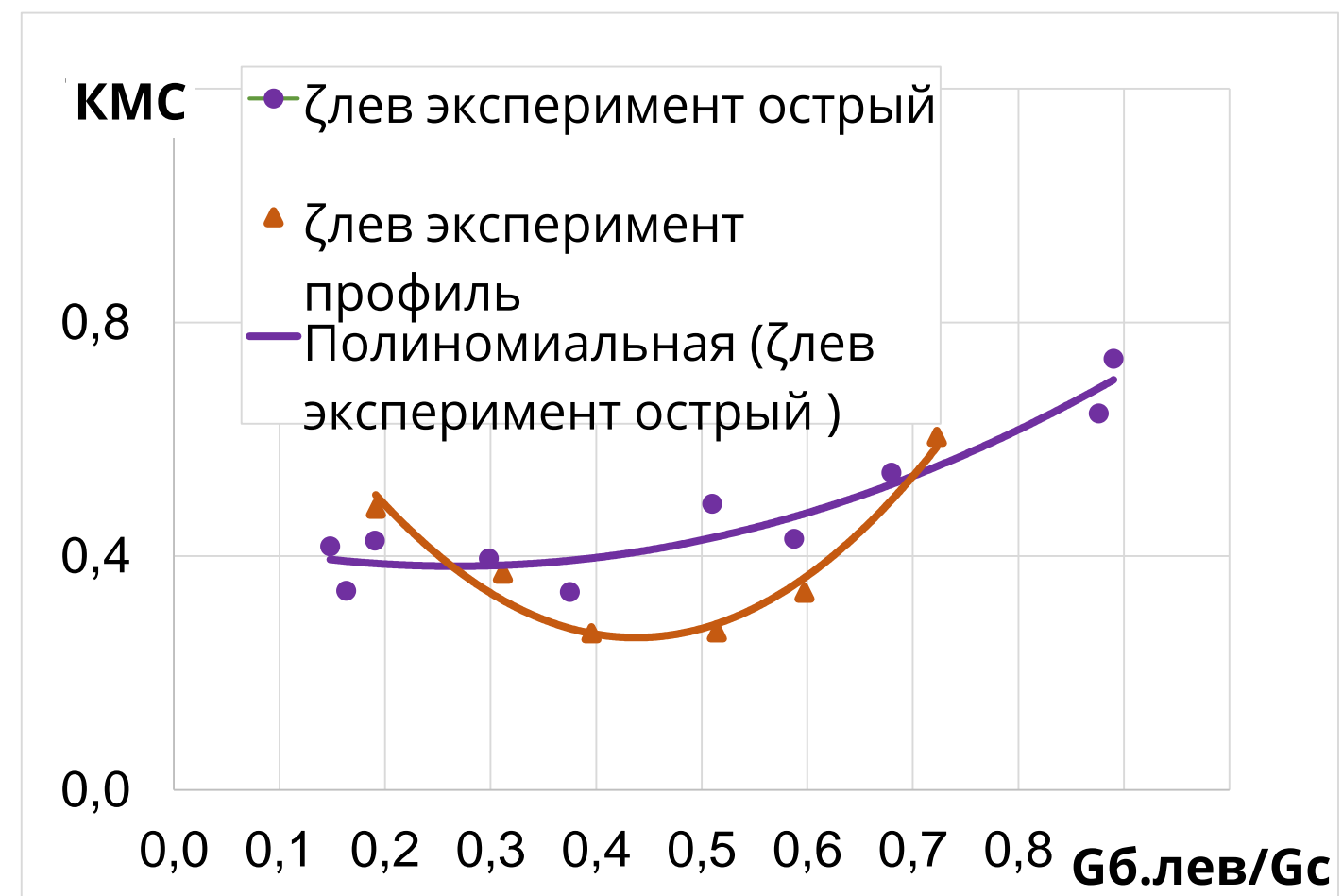


**Экспериментальная модель
профилированного тройника**

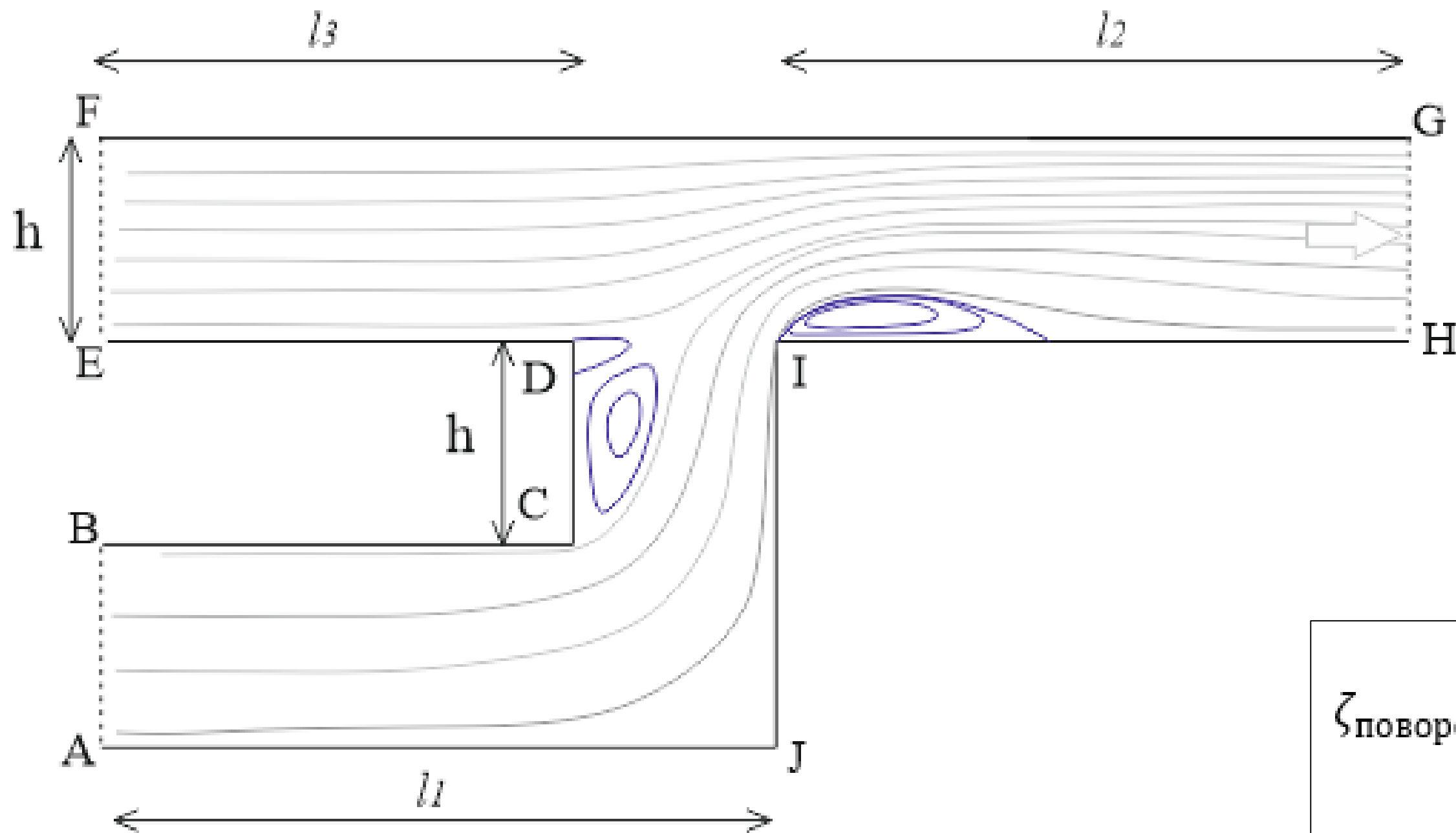


**Профилирующие
вставки**

**Профилированная
деталь**



Постановка задачи узел «тройник-колено»



EF и **AB** – граничное условие «*Pressure Inlet*», которое моделирует свободные границы с атмосферным давлением;
GH – граница с заданной скоростью всасывания.

Расчет коэффициентов местных сопротивлений

$$\zeta_{\text{поворот}} = \frac{P_{AB} - P_{EF} - \Delta P_{\text{тр}(l_2)} - \Delta P_{\text{тр}(l_1)}}{\Delta P_d}$$

$$\zeta_{\text{проход}} = \frac{P_{EF} - P_{GH} - \Delta P_{\text{тр}(l_3)} - \Delta P_{\text{тр}(l_2)}}{\Delta P_d}$$

Варианты комбинаций узла «тройник - колено»

Симметричный

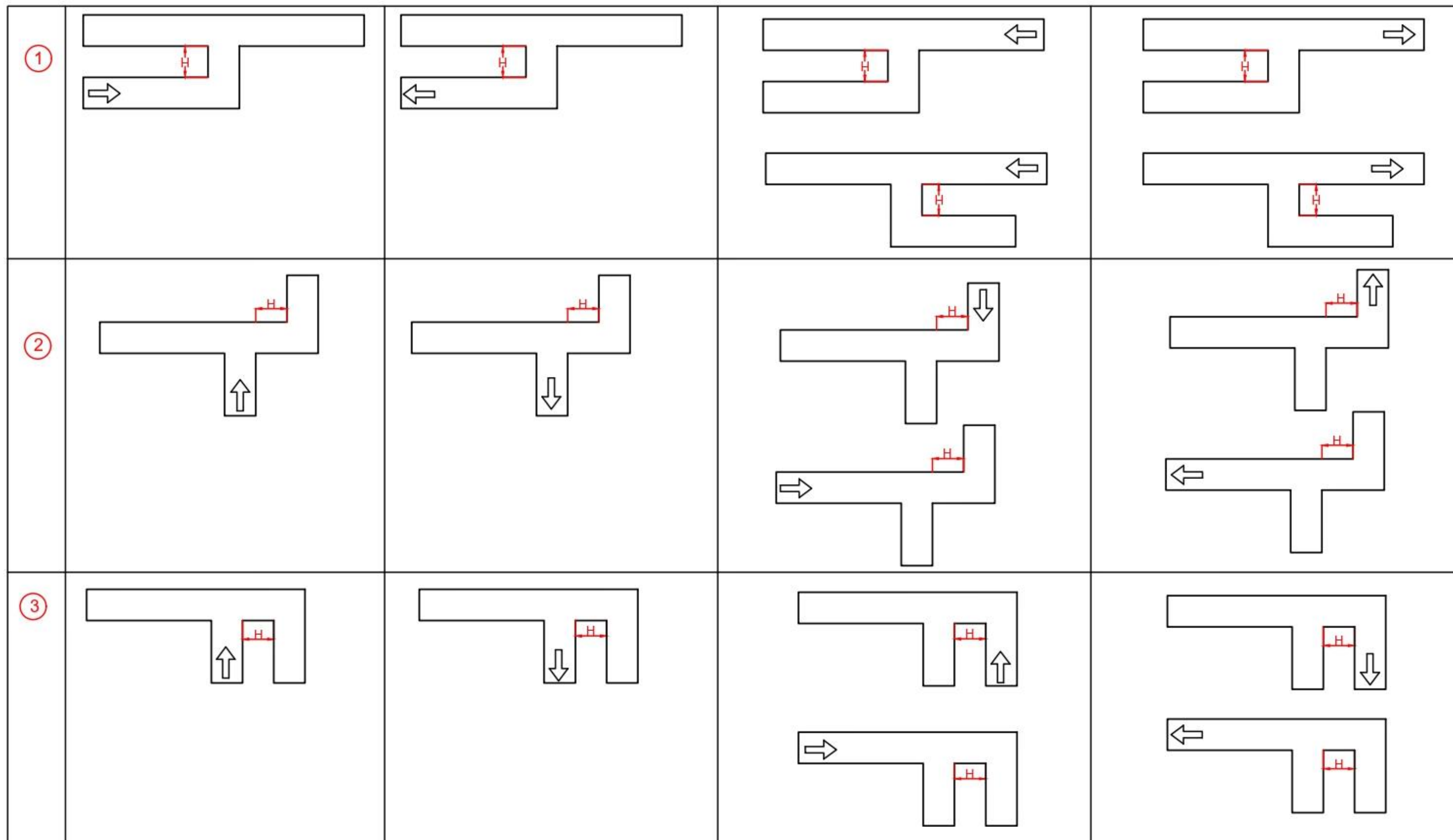
Несимметричный

Приточный

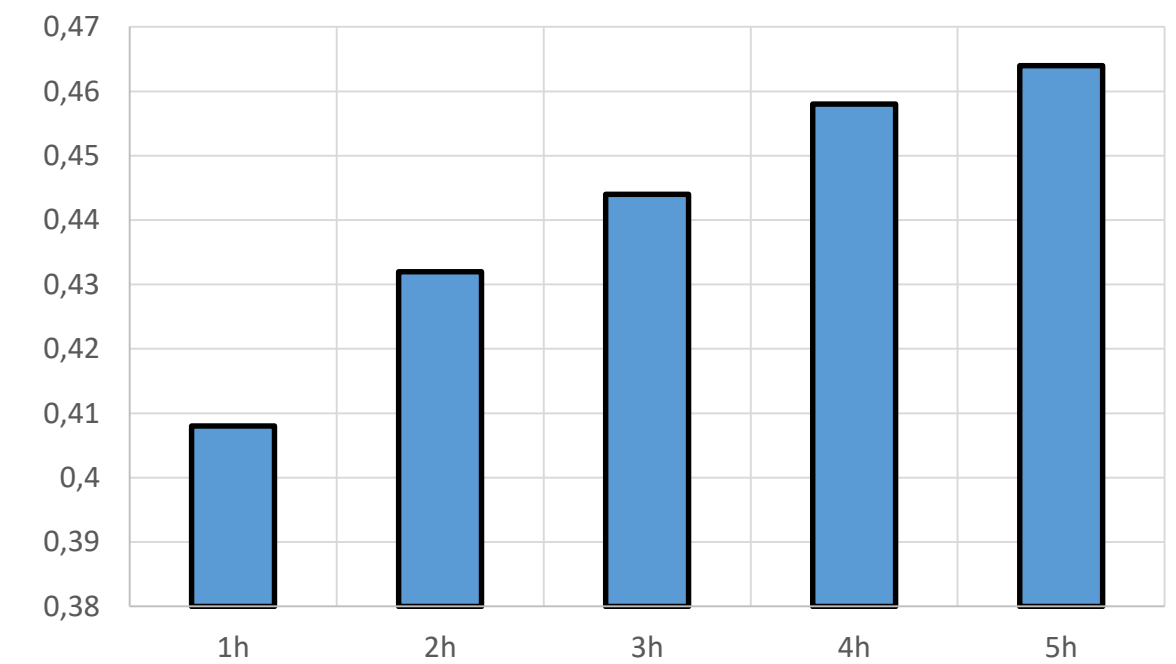
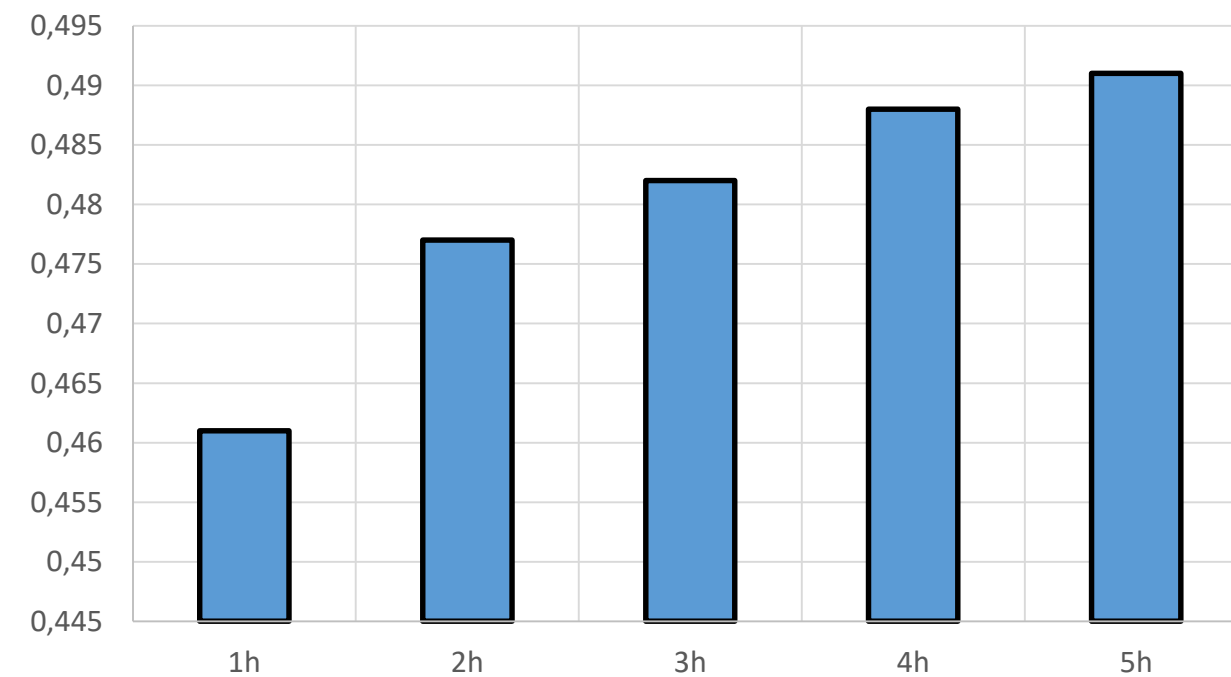
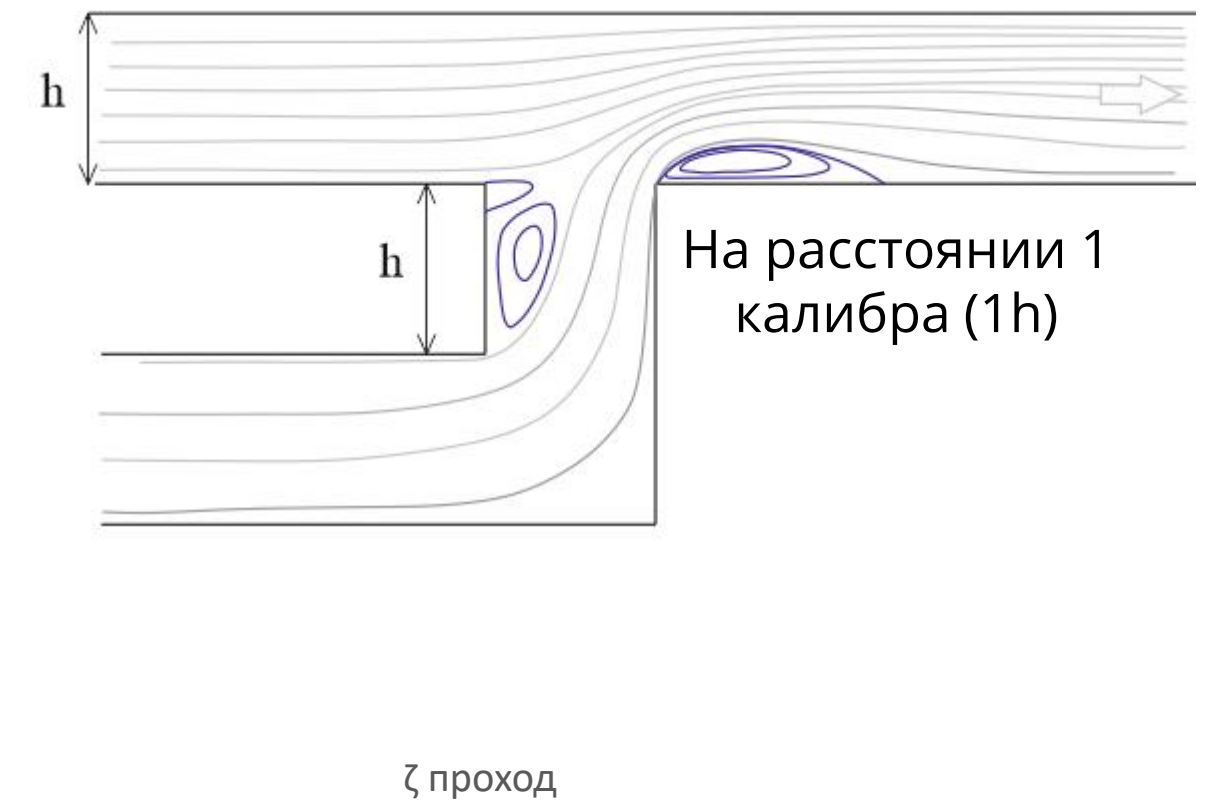
Вытяжной

Приточный

Вытяжной



Очертание вихревых зон в узле «тройник – колено»



Чем меньше расстояние между фасонными деталями, тем меньше коэффициент местного сопротивления

Результаты

Снижение сопротивления
вентиляционных систем до 45 %

Экономия электроэнергии до 15-20%

Снижение эксплуатационных затрат

Благоприятное влияние на экологию

Реализации в РТ государственной программы "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности", одним из пунктов которой является «оптимизация работы вентиляционных систем...»

Уменьшение типоразмера вентилятора

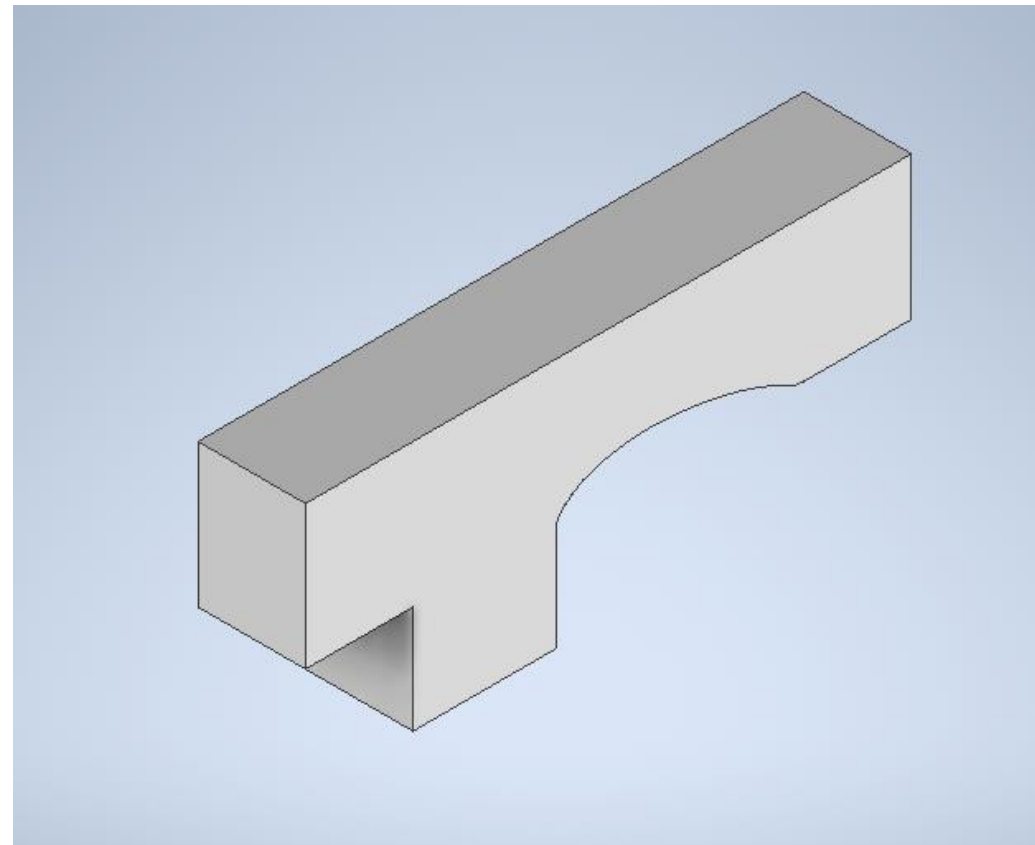
Снижение капитальных затрат на строительство



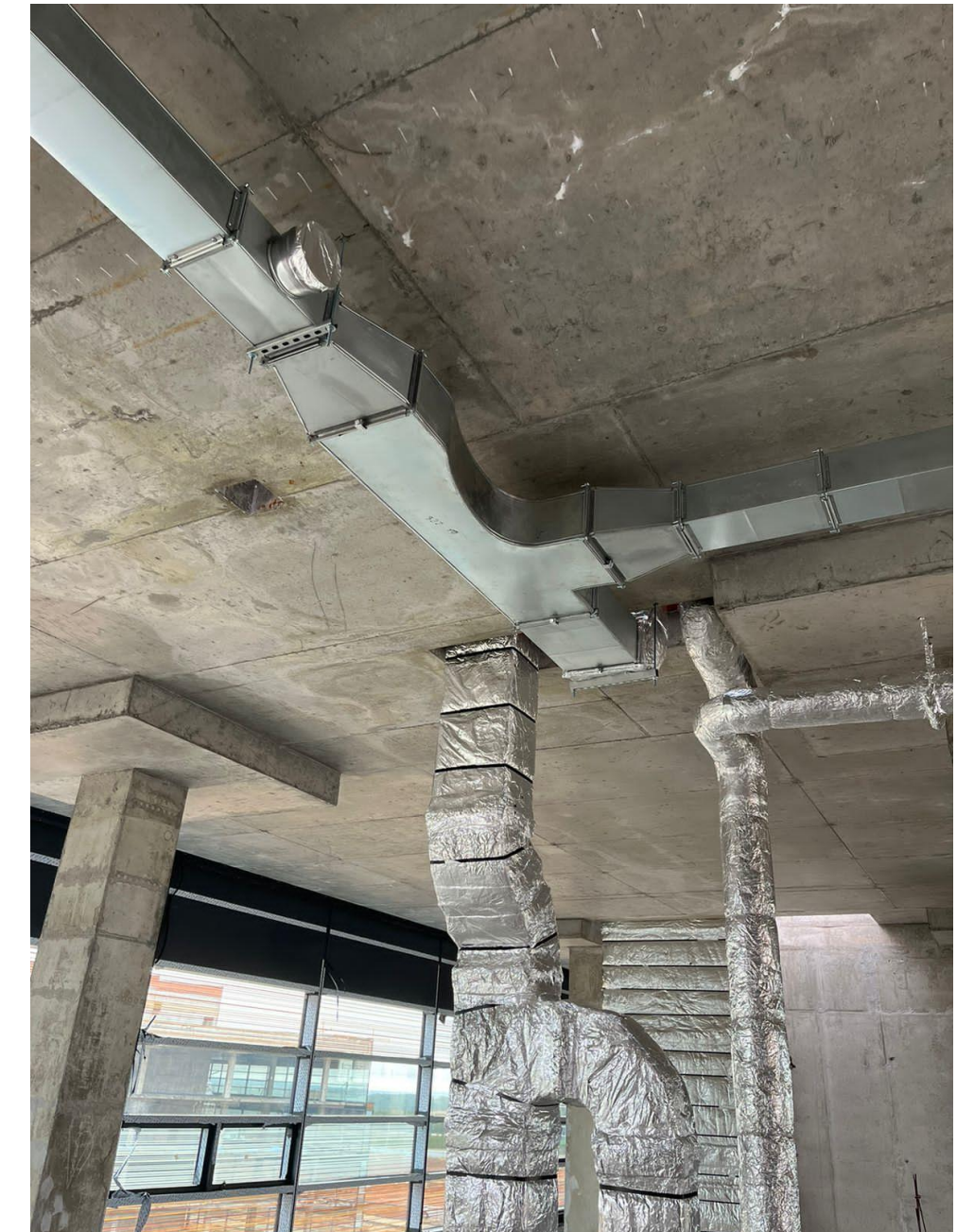
Не требует перестройки существующих технологических линий по производству

Применимо для реконструкции существующих вентиляционных систем

Тройники сниженного сопротивления Технопарк г.Иннополис



Компьютерная модель
фасонной детали
усовершенствованной
конструкции



Фасонная деталь усовершенствованной конструкции в
смонтированной системе вентиляции

Практическое применение

Вытяжной (на слияние) симметричной формы (равносторонний) с резким поворотом на 90°.

[Результаты численного и экспериментального исследования. Зиганшин А.М., Сафиуллина Г.Р.]

$F_c = F_{\delta 1} = F_{\delta 2}, \text{M}^2$	0.15	$\zeta_{\delta 1}(\text{по } F_c)$	0.59	$\zeta_{\delta 1 \text{ проф}}(\text{по } F_c)$	0.431
		$\zeta_{\delta 2}(\text{по } F_c)$	0.59	$\zeta_{\delta 2 \text{ проф}}(\text{по } F_c)$	0.431
		$\Delta P_{\delta 1}, \text{Па}$	0.306	$\Delta P_{\delta 1 \text{ проф}}, \text{Па}$	0.224
$Q_c, \text{M}^3/\text{ч}$	500	$\Delta P_{\delta 2}, \text{Па}$	0.306	$\Delta P_{\delta 2 \text{ проф}}, \text{Па}$	0.224
$Q_{\delta 1}, \text{M}^3/\text{ч}$	250	Снижение $\zeta_{\delta 1}, \%$	26.9	Снижение $\zeta_{\delta 2}, \%$	26.9

Рассчитать

Интерфейс «Онлайн калькулятор КМС»

Интеллектуальная собственность
2020615194 «Онлайн расчеты КМС:
энергоэффективные тройники» (соавтор)

Для удобного применения результатов полученных в данном исследовании в практической деятельности создан «Онлайн калькулятор КМС» по адресу:



- **Акт внедрения:** внедрение программы в сети Интернет «Онлайн-расчеты КМС» и закономерности для определения очертаний профилированных тройников используются при аэродинамическом расчете систем вентиляции проектируемы ООО «Метрополис» жилых и общественных зданий, а также при оценке экономической эффективности и возможности использования вентиляционных элементов сниженной энергоемкости.

Иск. № 21-1359 от 25.06.2021

Генеральный директор
ООО «Метрополис»
Ворожбитов А.Н.
«25» 06 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе председателя комиссии – генерального директора ООО «Метрополис» Ворожбитова А.Н., членов комиссии: руководителя отдела отопления вентиляции и кондиционирования воздуха ООО «Метрополис» Брюзгина С.Н., доцента кафедры ТЭГВ КГАСУ, к.т.н. Зиганшина А.М., магистранта кафедры ТЭГВ КГАСУ Сафиуллиной Г.Р. составили акт о том, что программа в сети Интернет для онлайн расчетов падения давления вентиляционных фасонных элементов – «Онлайн-расчеты КМС» и закономерности для определения очертаний профилированных тройников, полученные Сафиуллиной Г.Р., в результате проведенных ею исследований, в рамках выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Разработка энергоэффективных симметричных тройников для снижения энергопотребления систем вентиляции», используются при аэродинамических расчетах систем вентиляции проектируемых ООО «Метрополис» жилых и общественных зданий, а также при оценке экономической эффективности и возможности использования вентиляционных элементов сниженной энергоемкости.

Руководителя отдела ОВиКВ
ООО «Метрополис»

Доцент каф. ТЭГВ
КГАСУ, к.т.н.

Магистрант каф. ТЭГВ
КГАСУ

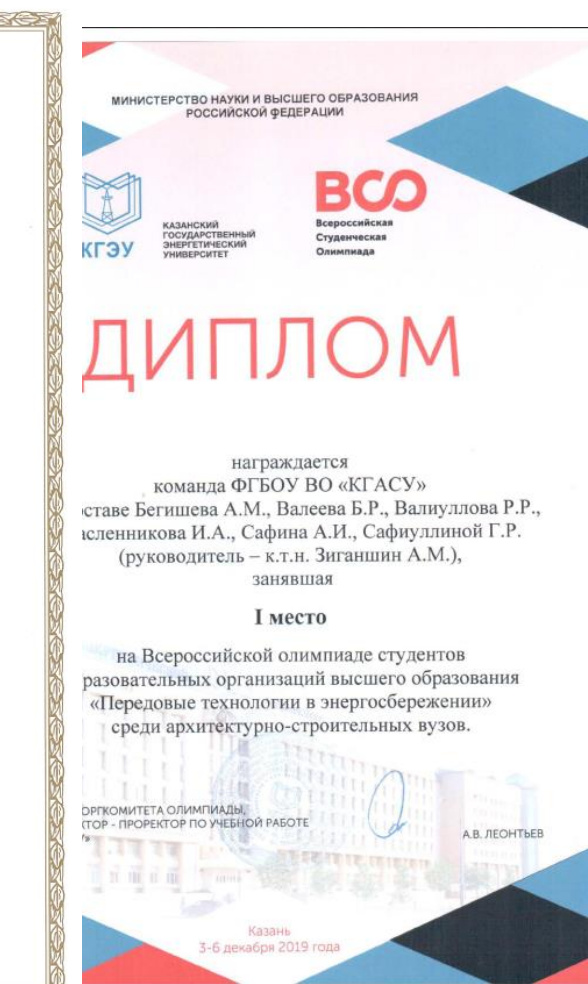
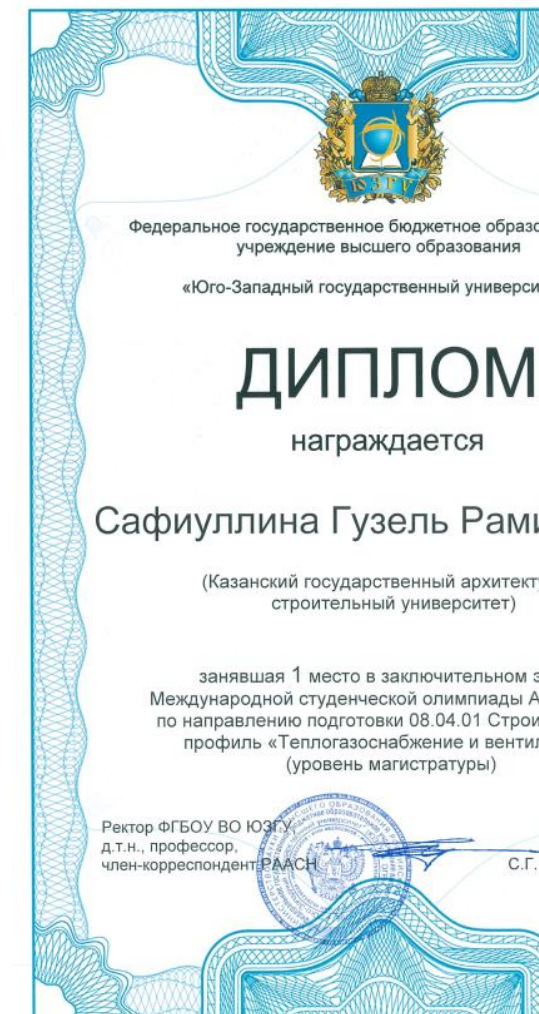
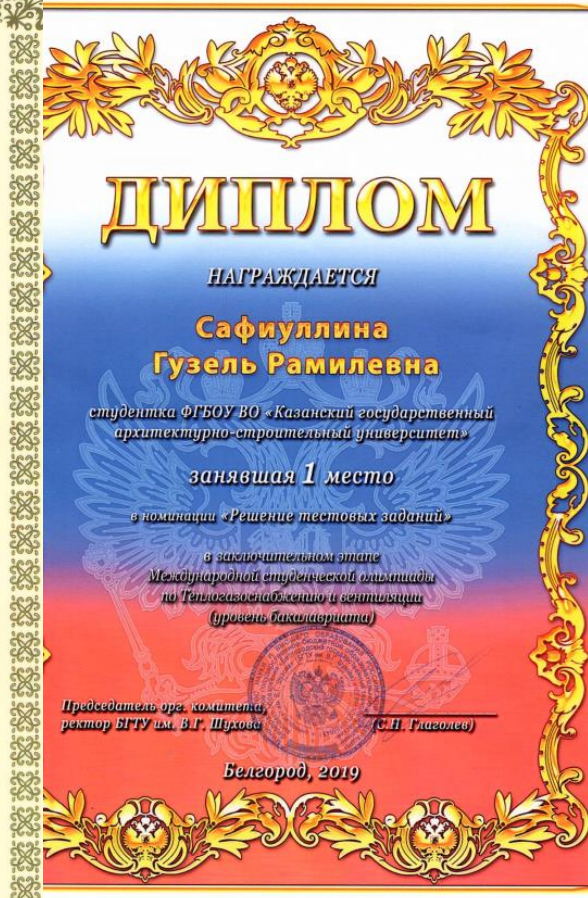
С.Н. Брюзгин

А.М. Зиганшин

Г.Р. Сафиуллина

Награды:

- Победитель 1-го тура студенческой олимпиады по направлению 08.03.01 «Строительство» по профилю «Теплогазоснабжение и вентиляция», г.Казань, 2019 год
- Победитель заключительного этапа Всероссийской студенческой олимпиады по дисциплине «Строительная теплофизика (теплотехника)», г.Нижний Новгород, 2019 год
- 1 место в номинации «Решение тестовых заданий» в заключительном этапе Международной олимпиады по Теплогазоснабжению и вентиляции, г.Белгород, 2019 год
- 2 место в командном зачете на заключительном этапе Всероссийской олимпиады студентов образовательных организаций высшего образования «Передовые технологии в энергосбережении», Г.Казань, 2019 год
- 1 место в заключительном этапе Международной студенческой олимпиады АСВ 2020 г. По направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», г.Курск, 2020 год
- Лауреат всероссийского конкурса «Инженер года» по версии «Инженерное искусство молодых» в номинации строительство и стройиндустрия 2022 год
- Обладатель медали РААСН им. Н.В.Никитина 2022 год.



Публичные представления:

- Доклад на открытом конкурсе научных работ студентов и аспирантов им.Н.И.Лобачевского,2019 год
- Доклад XXIII Всероссийском аспирантско-магистерском научном семинаре, посвященному Дню энергетика, КГЭУ,Г.Казань, 2019 год
- Участник очного этапа тематической площадки «Территория инноваций» форума «Наш Татарстан», 2019 год
- Участник заочного этапа V Всероссийского научного форума «Наука Будущего – Наука Молодых – 2020»
- Доклад на 72-ой международной конференции по проблемам архитектуры и строительства, КГАСУ, Казань, 2021
- Постерный доклад на международной конференции 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE – 2021).



Статьи:

1. Сафиуллина Г.Р., Зиганшин А.М. Компьютерная модель течения в симметричном тройнике на слияние – равносторонняя геометрия / Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и ЭБ5 возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений (Екатеринбург, 9–13 декабря 2019 г.). – Екатеринбург : УрФУ, 2019. – 878 с.

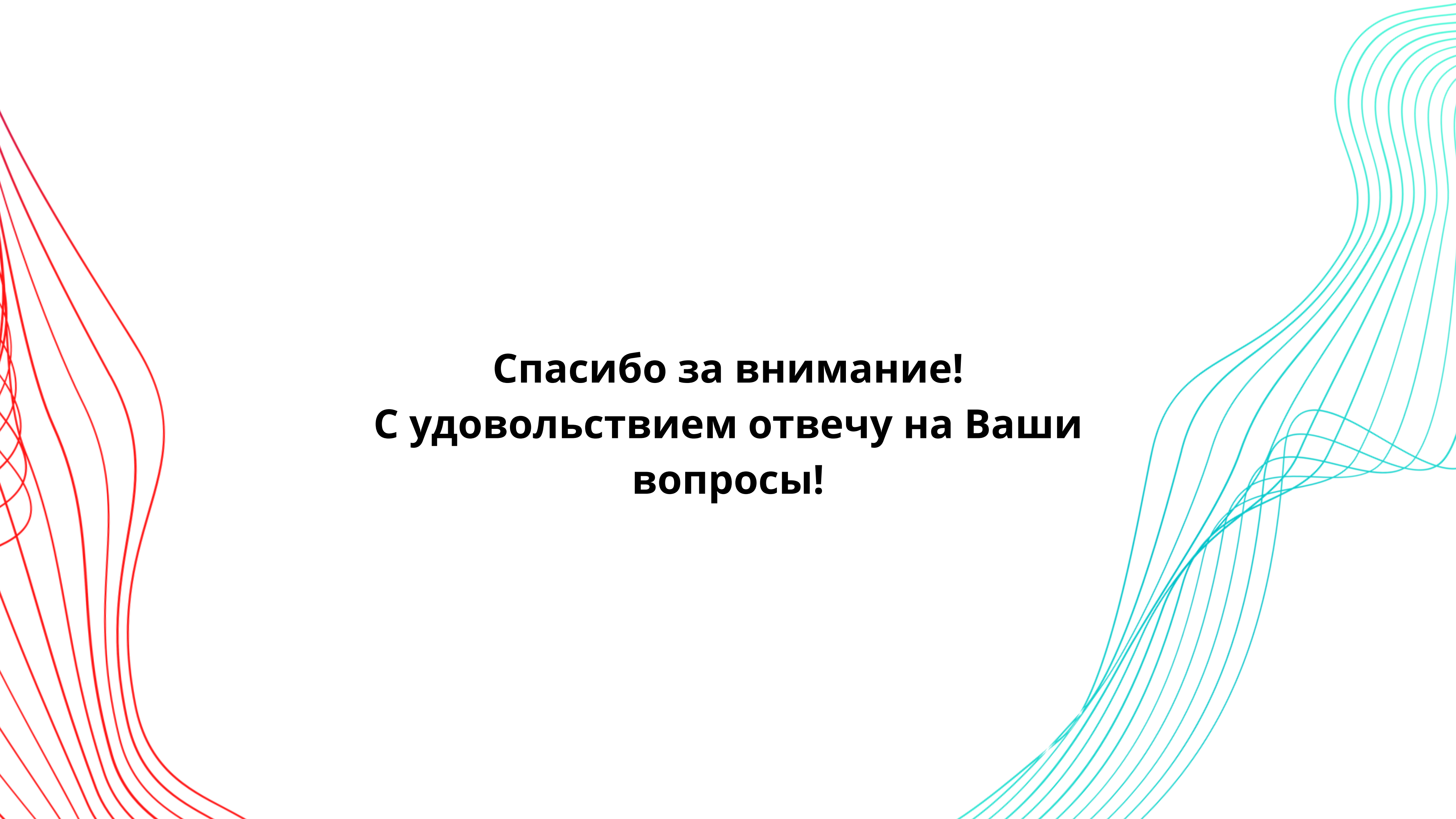
2. Сафиуллина Г.Р., Зиганшин А.М. Разработка энергоэффективного вытяжного симметричного тройника для систем вентиляции/ Всероссийский конкурс научных работ «Лобачевский -2020»: сборник тезисов Открытого конкурса научных работ среди обучающихся на соискание премии имени Н.И.Лобачевского, 2020 – 24 с.

3. Определение КМС тройника: экспериментальное для симметричного на слияние и численное для несимметричного на разделение, издательство: СПбГАСУ, Санкт-Петербург, Россия, 2020, 248-256 с., Авторы: Зиганшин А.М.; студенты: Сафиуллина Г.Р., Валиуллов Р.Р.,

4. Зиганшин А. М., Сафиуллина Г. Р., Еремина С. В., Гайфуллин А. А. Валидация компьютерной модели течения в вытяжном и приточном симметричных вентиляционных тройниках // Известия КГАСУ. 2021. № 1 (55). С. 58–70. DOI: 10.52409/20731523_2021_1_58. **(из списка ВАК)**

5. Arslan Ziganshin, Svetlana Eremina, Guzel Safiullina, Konstantin Logachev Numerical study of the flow in a symmetrical ventilation junction tee with a baffle vane/STCCEE-2021.p.176(**Scopus**)

6. Зиганшин А.М., Сафиуллина Г.Р. Валидация и верификация компьютерной модели приточного симметричного тройника//Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: материалы XIX Международной научной конференции 27-30 сентября 2021г., г.Москва – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ,2021- С.185-190.



**Спасибо за внимание!
С удовольствием отвечу на Ваши
вопросы!**