



ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК НОЦ «СИСТЕМЫ» (КГАСУ)

Выполнил:

аспирант ФГБОУ ВО «КГАСУ»

Сафин Адель Ильнурович

Научный руководитель:

Зиганшин Арслан Маликович,

зав. каф., д.т.н., профессор

Актуальность



Одним из важных направлений **цифровизации** строительной отрасли является **создание цифровых двойников**, представляющих собой электронную копию реального объекта и содержащих в себе всю необходимую информацию о структуре **объекта строительства**.

Использование цифровых двойников при проектировании инженерных систем зданий и сооружений позволяет выявлять предаварийные ситуации и прогнозировать его будущее состояние, моделировать и обосновывать расчетом степень эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий.

Цель работы

Создание программного решения, позволяющего визуализировать ТИМ-модель в интернет среде для отображения, как на компьютерах, так и мобильных устройствах, с одновременным предоставлением информации об объектах в режиме реального времени. Изучить возможность использования ТИМ-модели для численного моделирования.



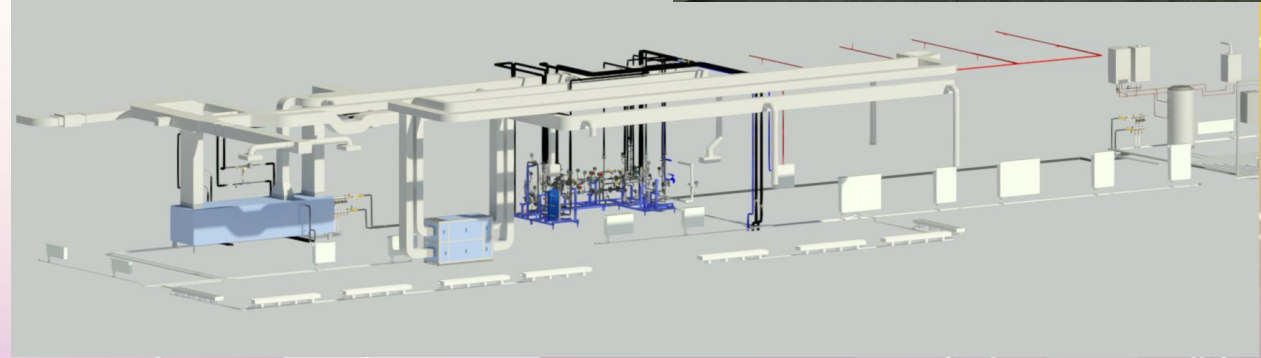
Научная новизна

На основе технологии информационного и CFD-моделирования предложена реализация цифрового двойника. Выявлена возможность технической реализации функциональной связи между данными технологиями – перенос и использование модели ТИМ в численном моделировании.

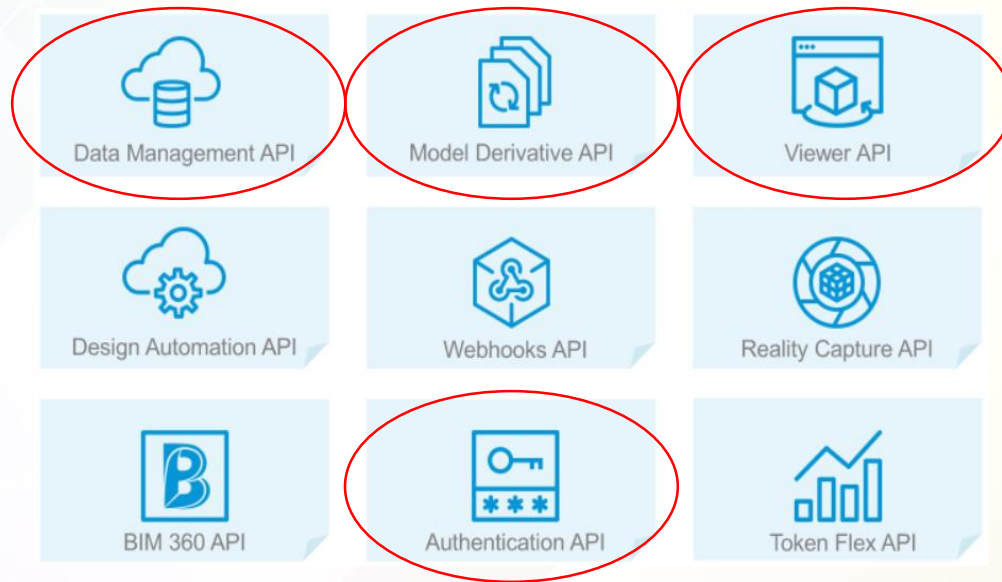


Разработка ТИМ-модели здания

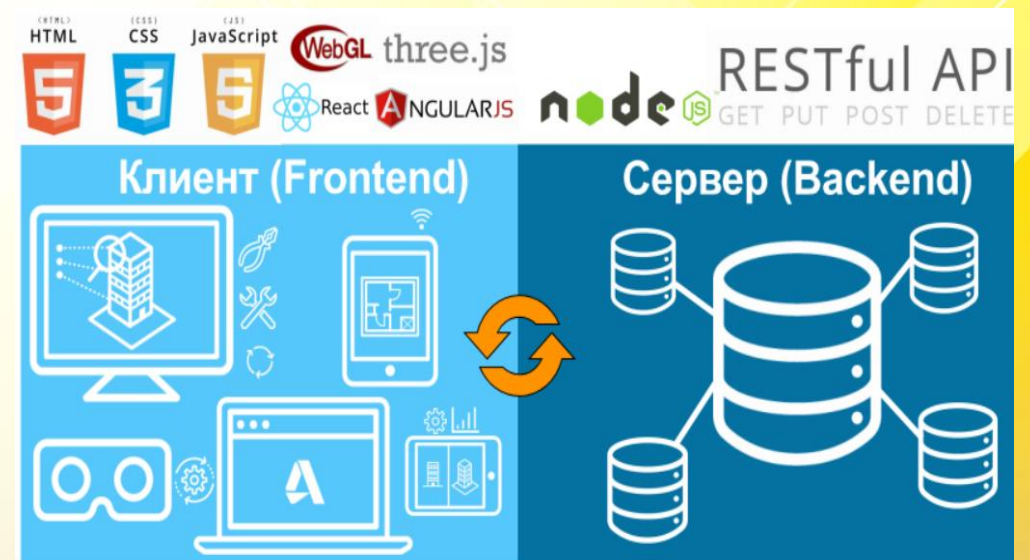
Для создания модели здания и основных инженерных систем было проведено натурное обследование и замеры объектов архитектуры и инженерии в НОЦ «Системы/Systems» КГАСУ г. Казани. Архитектурная и инженерная информационная модель были сформированы с помощью специализированного программного обеспечения.



Трансляция информационной модели в web-интерфейс



Облачные сервисы платформы Autodesk Forge



Основные технологии, используемые при построении клиент-серверного приложения

Передача данных с объекта на сервер



Блочный тепловой пункт



Контроллер ECL310



Контроллер ECA-Connect

```
JS startjs > ...
6
7
8   reconnect: true,           //автоматическое переподключение при ошибках и разрывах связи
9   opros: false,             //тип учетной записи "опрос"
10  client: true               //тип учетной записи "клиент"
11 });
12
13 client.on('channel', function(channel){
14   if(channel.name == "tv7_17849745_tv1.T1") {
15     console.log(channel.value);
16   }
17 });
18
19
20 try {
21   //Событие формируется при начале подключения к серверу
22   client.on('connecting', (host, port) => {
23     console.log('Connecting to server...Host: ${host} Port: ${port}');
24   })
25
26   // подключаемся к серверу
27   client.connect();
28
29   // client.connected = true;
30   // client.loggedIn = true;
31
32 } catch (err){
33   console.log(err.message);
34 }
35
36 client.on('connect', () => {
37   console.log ('Connected.');
```

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Connected.
Logged in: id=2 version=4.13
2 20.13854217529297
```

Digital Twin of Systems
Главная Графики

Список каналов:
Наименование канала: Расходомер 1 Объемный расход теплоносителя Gv1: 0.558 м3/ч

```
Connected.
Logged in: id=2 version=4.13
2 20.13854217529297
```

Результаты разработки «цифрового двойника»

На базе программных продуктов Autodesk Forge и SCADA-системы LanMon было реализовано клиент-серверное приложение, которое позволило визуализировать модель здания и отобразить текущие параметры приборов.



Использование модели ТИМ при численном моделировании

Проблемы применения ТИМ-моделей

Чрезмерно высокая детализация элементов (семейств) моделей приводит к «утяжелению» проектов;

Наличие геометрических ограничений в программных обеспечениях для ТИМ-моделирования при создании элементов (семейств) моделей;

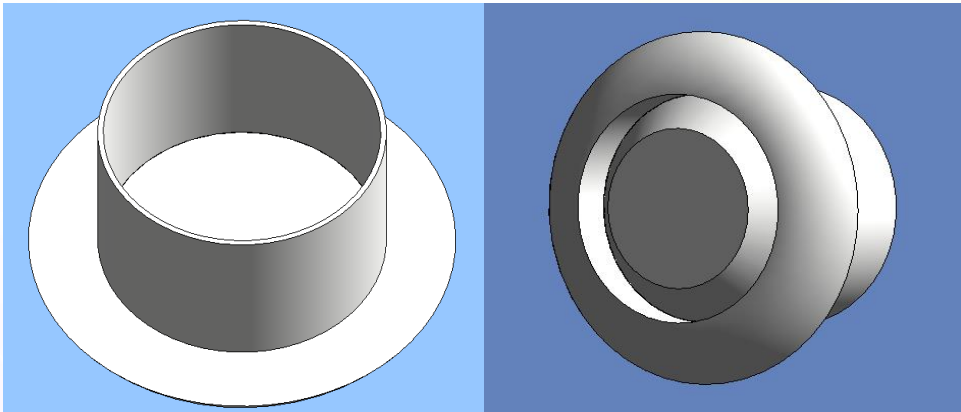
Геометрическое различие между реальным элементом и элементом ТИМ-модели;

Прямая зависимость между геометрией элемента и результатом численного моделирования для ряда задач в гидродинамике.

Проблемы применения ТИМ-моделей



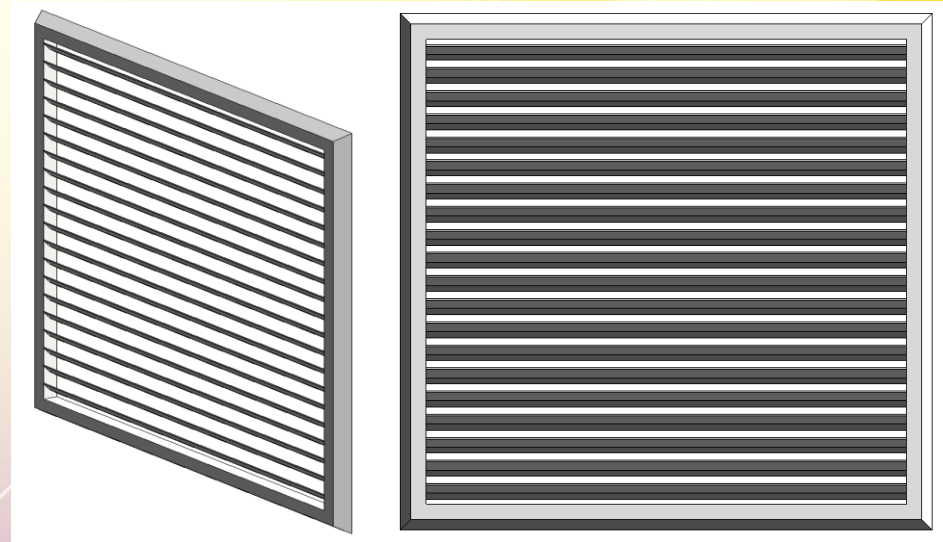
Реальный вид диффузора ДПУ-М



ТИМ-модель диффузора ДПУ-М

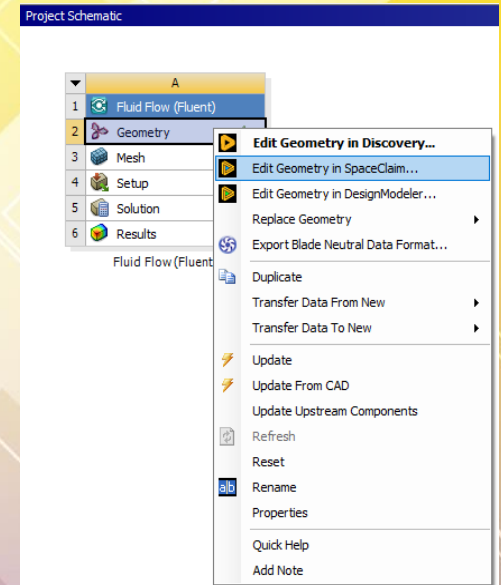
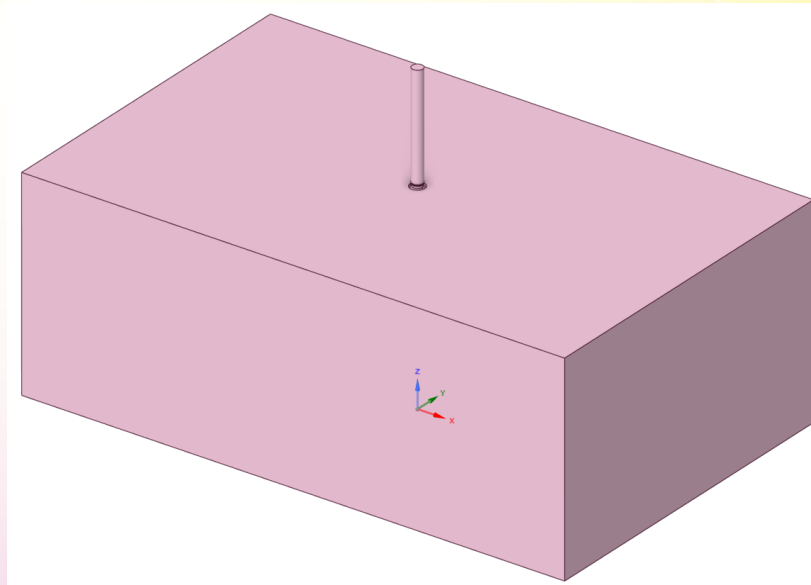
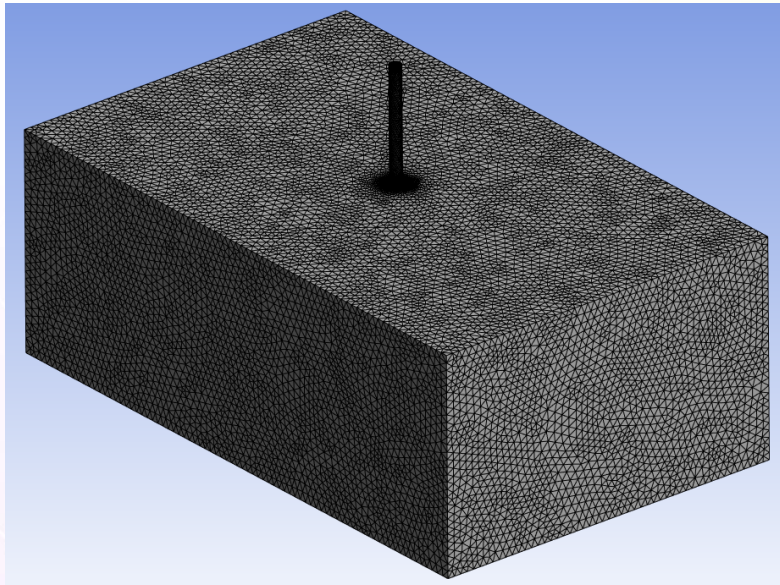
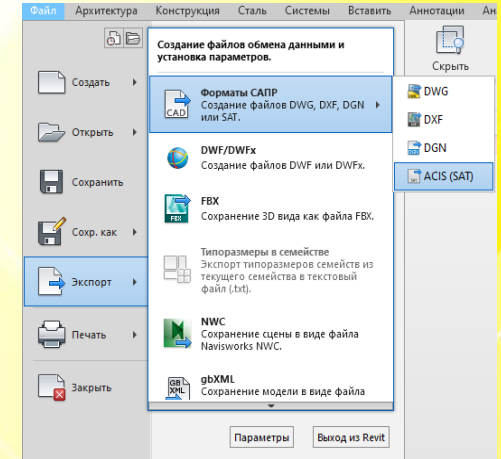
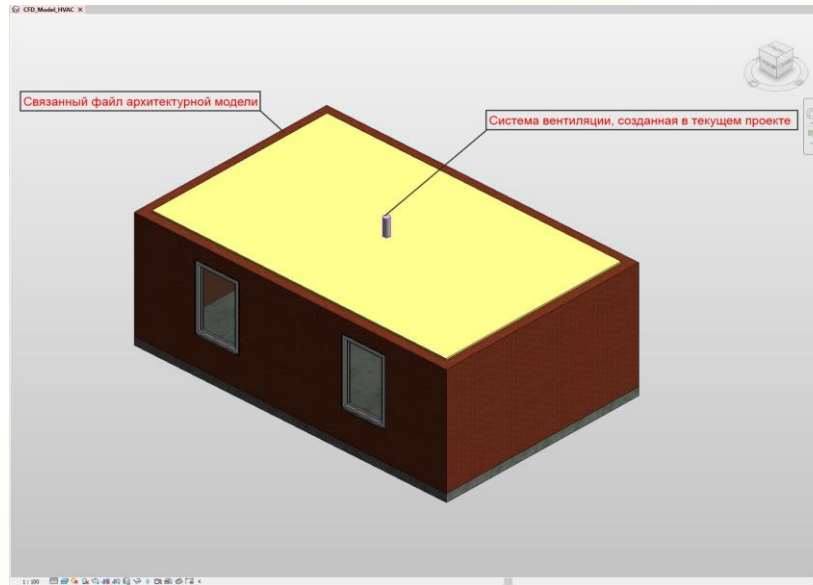
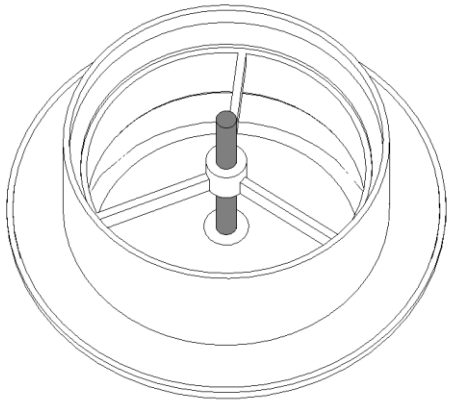


Реальный вид решетки РОН 130

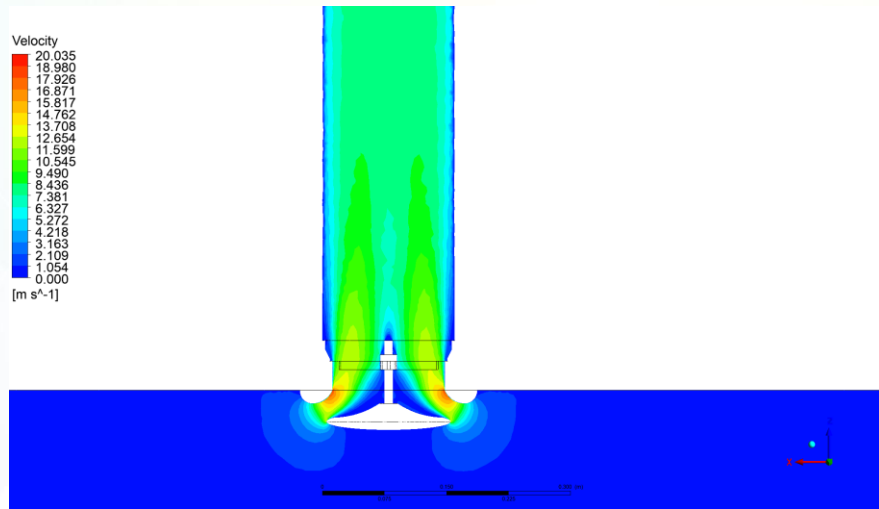


ТИМ-модель решетки РОН 130

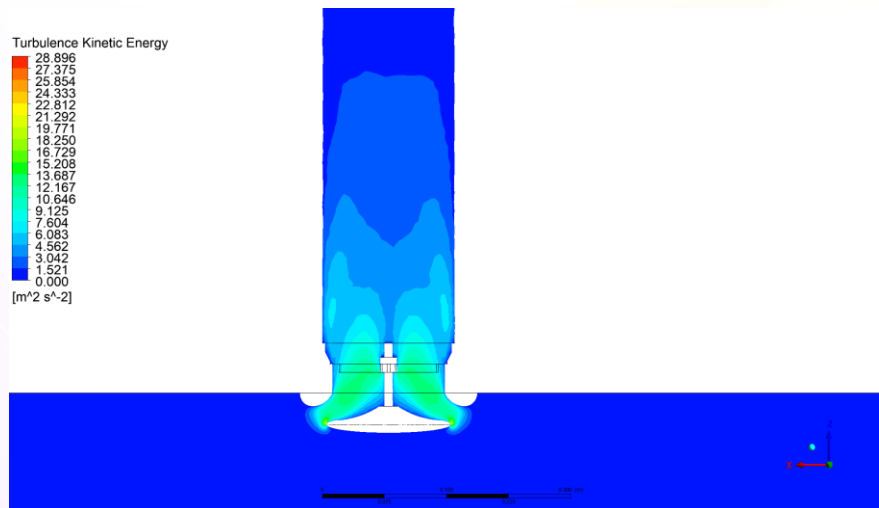
Использование ТИМ-модели для CFD-моделирования



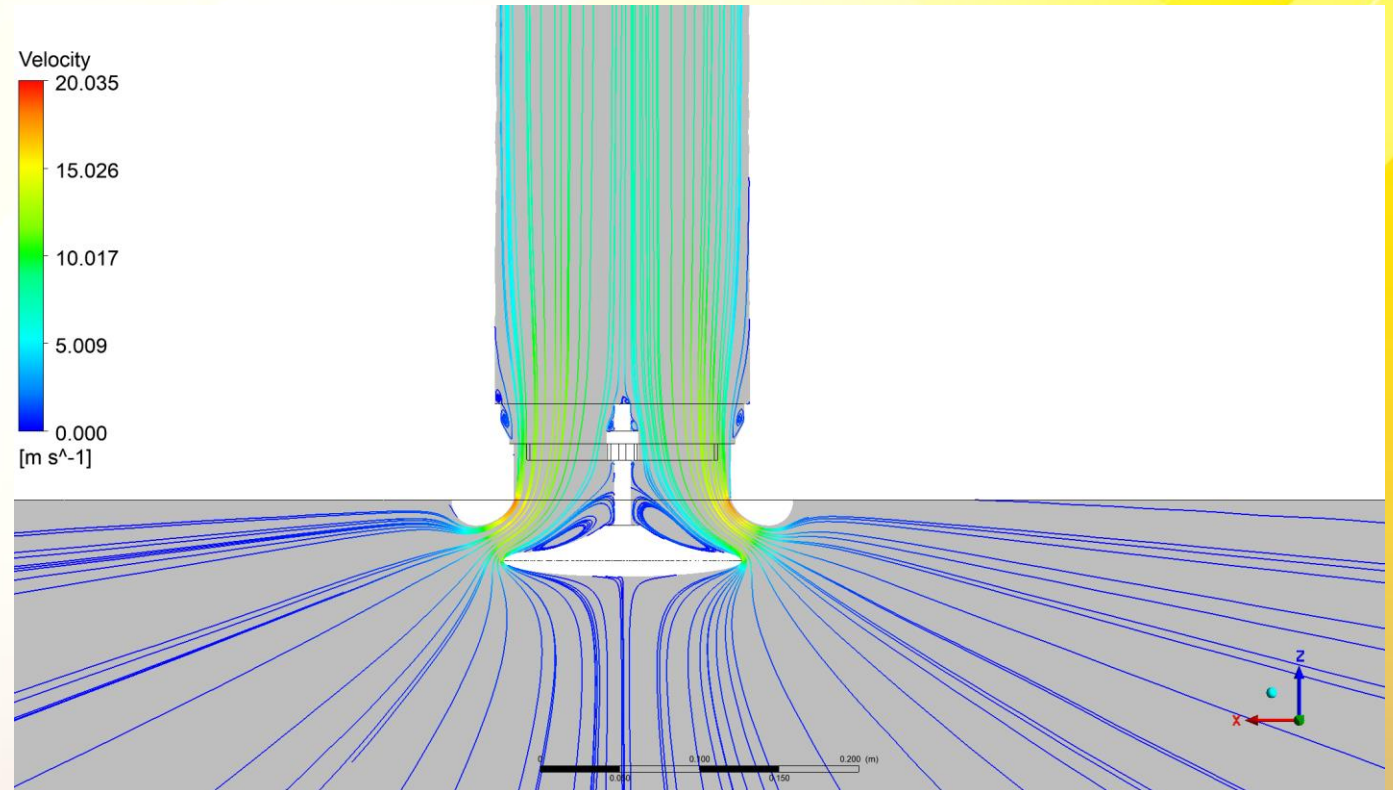
Результаты численного решения



Поле скоростей



Турбулентная кинетическая энергия



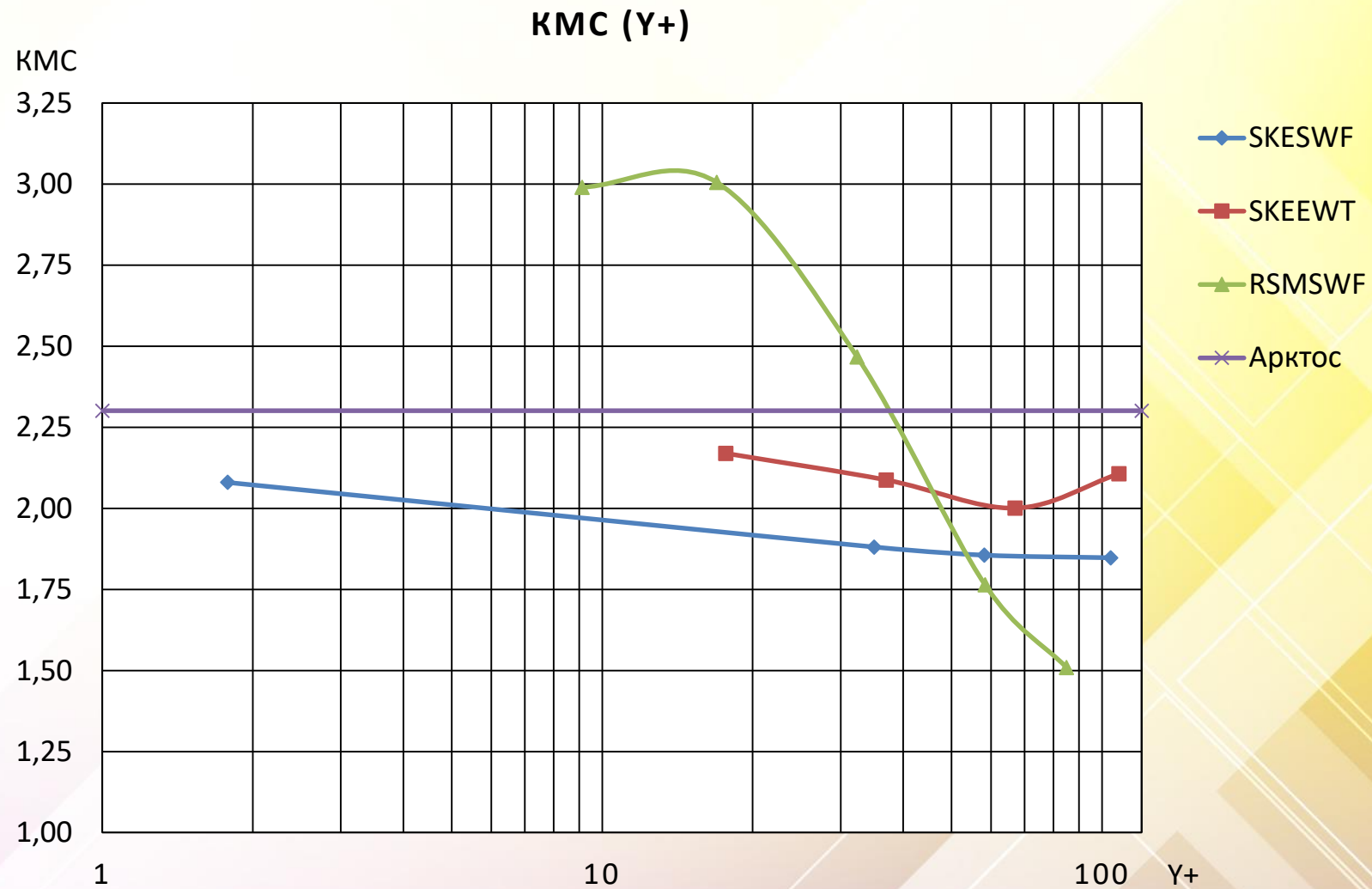
Линии тока

Результаты численного решения

Модель турбулентности	Число ячеек, шт.	Значение y^+	Коэффициент местного сопротивления, ζ	Разница, %
Standard k- ϵ , Standard wall functions	954 115	104	1,85	-19,7
	2 325 121	58	1,86	-19,4
	6 552 295	35	1,88	-18,3
	14 634 873	2	2,08	-9,6
Standard k- ϵ , Enhanced wall treatment	954 115	108	2,11	-8,5
	2 325 121	67	2,00	-13,1
	6 552 295	37	2,09	-9,3
	14 634 873	18	2,17	-5,7
Reynolds Stress Model, Standard wall functions	954 115	85	1,51	-34,4
	2 056 816	58	1,76	-23,3
	6 283 990	32	2,47	7,2
	9 767 862	17	3,01	30,6
	11 791 058	9	2,99	30,0

Физический эксперимент завода-изготовителя: $\zeta=2,30$.

Результаты численного решения



Перспективы работы

Испытание новых моделей воздухораспределителей;

Исследование полей скоростей приточных и вытяжных воздухораспределителей с целью замены реальных конструкций для численного моделирования;

Разработка усовершенствованных моделей воздухораспределителей за счет профилирования конструктивных элементов изделий;

Спасибо за внимание!