

Расчет и проектирование конструкций в среде SCAD Office 21  
19 и 20 апреля 2016 года

# Сравнительные расчеты в программных комплексах «SCAD» и «ANSYS»

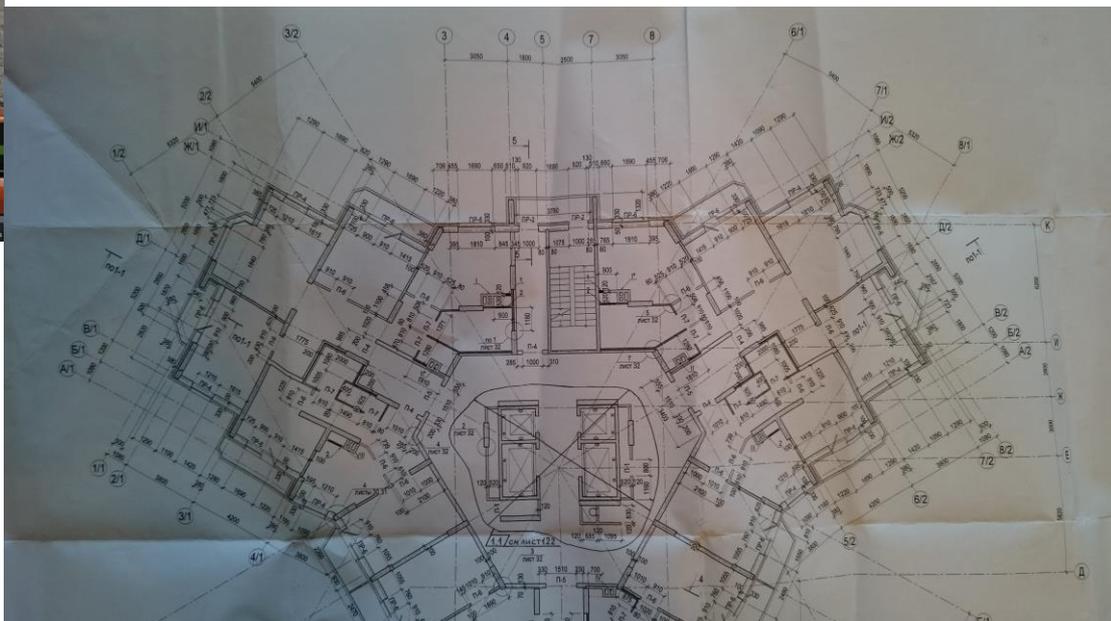


ИНЖИНИРИНГ | ПРОЕКТИРОВАНИЕ | СТРОИТЕЛЬСТВО

Дубинский Сергей Иванович  
Группа компаний «Спектрум»  
Директор Центра SPECTRUM R&D, к.т.н.  
Коваль В.С. (ГК «Мортон»)

- Особенности конструкции 25-этажного здания
- Тестирование модуля конвертации моделей SCAD21  
-> ANSYS
- Сравнительные расчеты высотного здания
- Опыт расчетов ветровых воздействий в ГК  
“Спектрум”

- Высотное здание от ГК Мортон





У программ SCAD и ANSYS есть свои достоинства и недостатки (порой временные)

Если существует возможность, нужно выполнять расчеты несколькими программами

Докладчик разработал целый ряд конверторов для связи ANSYS со специализированными программами

(SCAD11, Лира Софт, Microfe, STARK, ETABS, Midas)

Они разрабатывались для внутреннего пользования и не претендовали 100% автоматическую передачу данных. Просчитано достаточно много объектов (начиная с “Трансвааль-парк”)

С 2015 в SCAD 21 появился конвертор в ANSYS.

Докладчиком проводилось его рецензирование и тестирование.

# • Схема конвертации в SCAD 21.1 (разработал П.Личман)

## Узлы

При передаче модели создается от 1 до 4 блоков узлов.

1 Блок узлов модели. Сюда входят узлы конечных элементов.

2 Блок узлов ориентации стержней. Для задания ориентации стержня используется точка ориентации. Именно эти точки и попадают в этот блок.

3 Блок узлов жестких вставок. Так как в ANSYS нет аналога жестких вставок то они передаются с помощью дополнительного элемента(тип 184). Для этого создаются дополнительные узлы.

4 Блок узлов для шарниров. Так как в ANSYS шарниры задаются иначе чем в SCAD то в некоторых случаях требуются дополнительные узлы чтобы передать шарнир.

SCAD	ANSYS	Примечания
Стержень	ET, 2, 188,,,3	стержни для которых есть нагрузки: 1)в локальной системе, с отступами. 2)в локальной системе, сосредоточенные
Стержень	ET, 1, 188,	Остальные стержни
Плита	ET, 4, 281,	Есть дополнительные узлы
Плита	ET, 3, 181,	Нет дополнительных узлов
Тетраэдр	ET, 6, 187,	Есть дополнительные узлы
Тетраэдр	ET, 5, 285,	Нет дополнительных узлов
Зуглольная призма	ET, 8, 186,	Есть дополнительные узлы
Зуглольная призма	ET, 7, 185,	Нет дополнительных узлов
4 угольная призма	ET, 10, 186,	Есть дополнительные узлы
4 угольная призма	ET, 9, 185,	Нет дополнительных узлов
Жесткие тела	CERIG	

# • Схема конвертации в SCAD 21.1 (разработал П.Личман)

## Нагрузочные элементы

Так как некоторые нагрузки можно передать лишь с помощью нагрузочного элемента, то надо создать и эти элементы.

Тип нагруженного элемента SCAD	ANSYS	Примечания
стержень	ET, 12, 156,,0,,1,0,	Локальная система координат
стержень	ET, 13, 156,,1,,1,0,	Глобальная система координат
плита	ET, 14, 154,,0,,1,	Нет дополнительных узлов. Локальная система координат
плита	ET, 15, 154,,1,,1,	Нет дополнительных узлов. Глобальная система координат.
плита	ET, 16, 154,,0,,0,	Есть дополнительные узлы. Локальная система координат
плита	ET, 17, 154,,1,,0,	Есть дополнительные узлы. Глобальная система координат.
Ребро плиты	ET, 19, 156,,1,,0,1	Есть дополнительные узлы
Ребро плиты	ET, 18, 156,,1,,1,1	Нет дополнительных узлов
Грань объемного элемента	ET, 21, 154,,1,,0	Есть дополнительные узлы
Грань объемного элемента	ET, 20, 154,,1,,1	Нет дополнительных узлов
Массы в узлах	ET, 22, 21,,0	Только для динамических загруженных

- **Схема конвертации в SCAD 21.1 (разработал П.Личман)**

### **Сечения стержней**

Так как ANSYS не оперирует металлопрокатом то только параметрические сечения «сохраняют форму» при передаче. Остальные сечения передаются как «общее сечение»  
Таблица соответствия сечений:

SCAD	ANSYS
Прямоугольник, параметрический	RECT
Тавр, параметрический	T
Тавр перевернутый, параметрический	T
Двутавр, параметрический	I
Швеллер, параметрический	CHAN
Труба прямоугольная, параметрический	HREC
Труба круглая, параметрический	CTUBE
Круг, параметрический	ASEC
Ригель, параметрический	ASEC
Металлопрокат	ASEC
Остальные	ASEC

Выравнивание всегда устанавливается в центр:

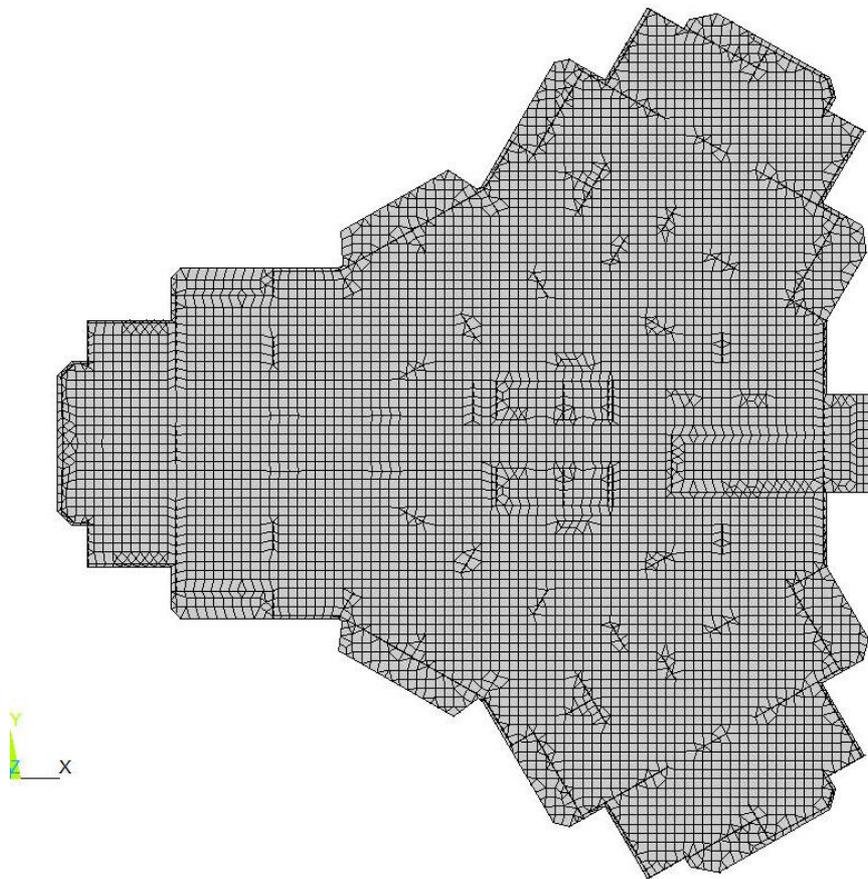
- Схема конвертации в SCAD 21.1 (разработал П.Личман)

в SCAD УЗЛОВЫЕ нагрузки задаются в направлении противоположном осям координат,  
в ANSYS приходится еще и менять знак значения нагрузки.

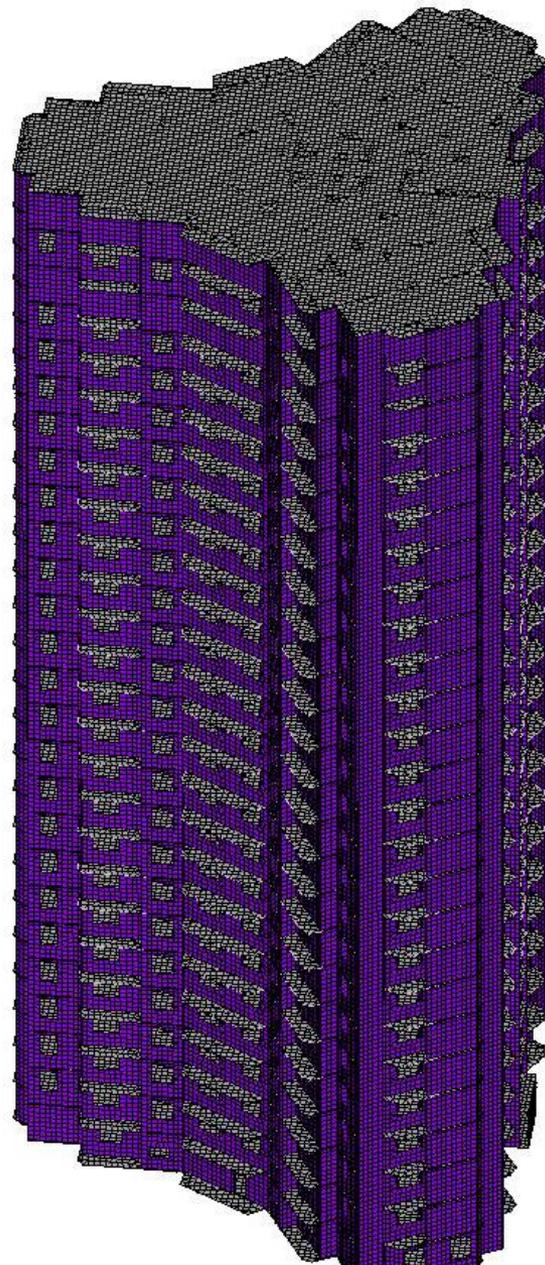
Вид нагрузки НА СТЕРЖНИ в SCAD	Команда в ANSYS	Тип элемента ANSYS, к которому применяется нагрузка
СОСРЕДОТОЧЕННАЯ, в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFBEAM	188
СОСРЕДОТОЧЕННАЯ в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ		Не передается
РАВНОМЕРНАЯ в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFBEAM	188
РАВНОМЕРНАЯ в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	156
ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFBEAM	188
ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	156

Вид нагрузки в SCAD	Команда в ANSYS	Тип элемента ANSYS,
РАВНОМЕРНАЯ НА ПЛИТУ в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	154 KEYOPT(2) = 0
РАВНОМЕРНАЯ НА ПЛИТУ в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	154 KEYOPT(2) = 1
ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ НА ПЛИТУ в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	154 KEYOPT(2) = 0
ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ НА ПЛИТУ в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	154 KEYOPT(2) = 1
РАВНОМЕРНАЯ НА РЕБРО в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	156
РАВНОМЕРНАЯ НА РЕБРО в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	156
ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ НА РЕБРО в ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	156
ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ НА РЕБРО в ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	SFE	156

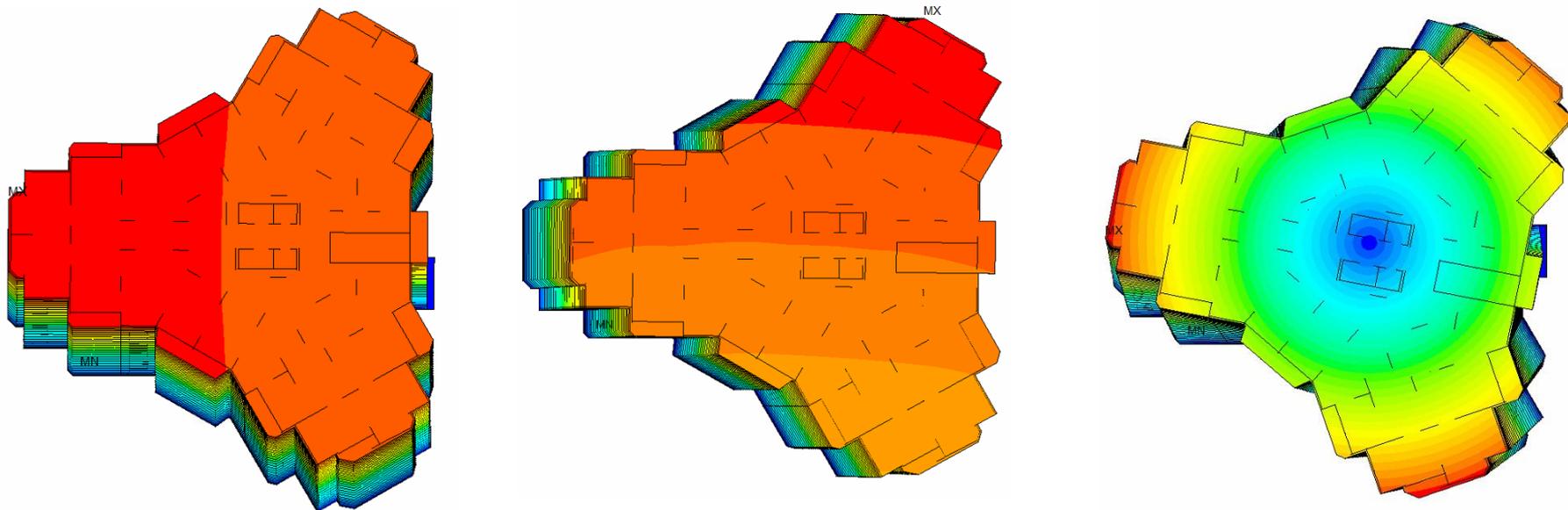
- Конвертация модели



347713 узлов более 500 тыс  
элементов



- Сравнение частот собственных колебаний (Гц)



Надо проверять характеристики материалов

	scad	ansys
1	0.54	0.53
2	0.62	0.60
3	0.67	0.68
4	1.91	1.86

## Особенности подходов к моделированию аэропортовых сооружений

1. Комплексные модели BIM (Building Information Model) на основе REVIT
2. Расчеты ветровых и снеговых нагрузок в ПК ANSYS CFD
3. Проектирование (scad, Robot, Лира)
4. Поверочные расчеты в ПК ANSYS Mechanical

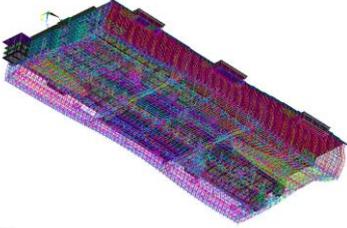
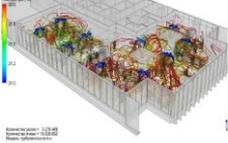


Многолетний опыт Лира, SCAD, Stark, Robot

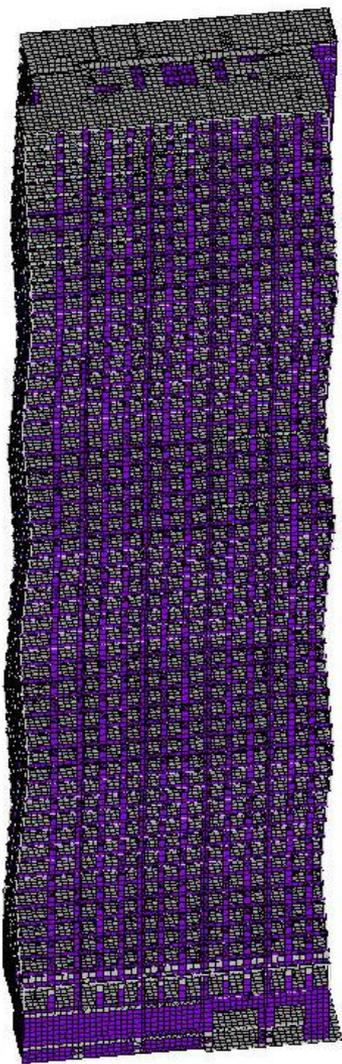
Многолетний опыт ANSYS

Разработаны конверторы  
Между применяемыми  
программами МКЭ

# Центр компьютерного моделирования SPECTRUM R&D

Уровень levels	Виды Анализа Type of simulation
<p>Область или мегаполис</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Климатическая карта территории</li><li>• Ветровое районирование применительно к точке застройки</li></ul>
<p>Район – Квартал</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Оценка пешеходной комфортности прилегающих зон с учетом розы ветров</li><li>• Планирование территорий и анализ концепций</li></ul>
<p>Сооружение</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Прочность и динамика сооружений с учетом поведения грунта и поэтапности возведения</li><li>• Оценка ветровых нагрузок и воздействий с учетом застройки</li><li>• Пиковые нагрузки, прочность и ресурс фасадных конструкций</li><li>• Устойчивость против прогрессирующего обрушения</li><li>• Оценка огнестойкости силовых конструкций</li><li>• <b>Сейсмические расчеты</b></li><li>• Аварийные расчеты</li></ul>
<p>Помещение</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Вентиляция и кондиционирование</li><li>• Энергоэффективность ограждающих конструкций</li><li>• Опасные факторы пожара</li></ul>

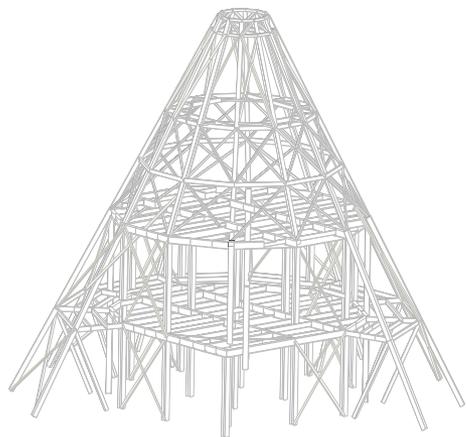
- Конвертация модели 53-этажного здания (“Инрекон”)



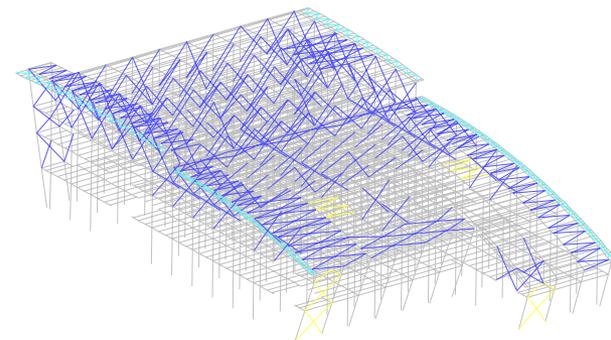
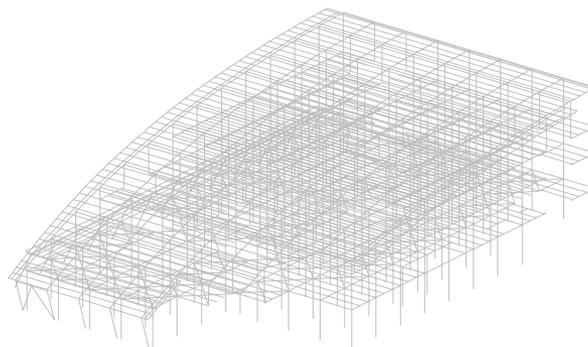
Частоты. Гц		
	SCAD	ANSYS
1	0.19	0.19
2	0.34	0.33
3	0.45	0.47
4	0.80	0.78

Перемещения мм		
ветер	SCAD	ANSYS
Y+	110	113
Y-	108	110
X+	68	64
X-	70	69

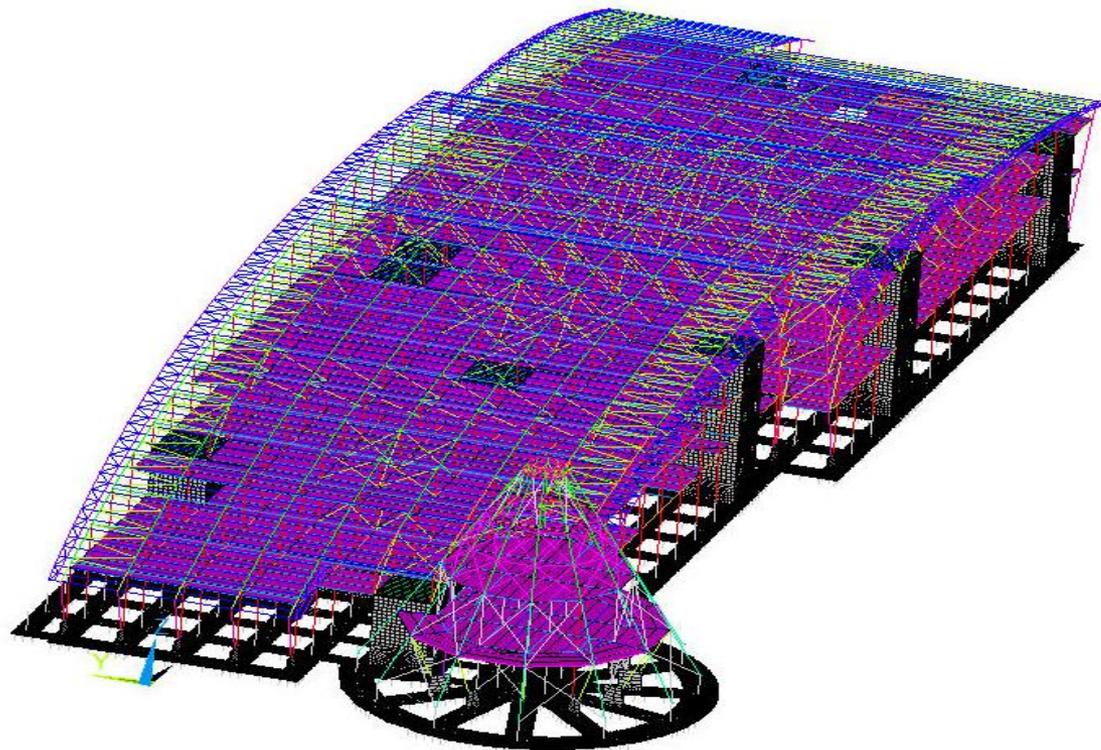
# Аэропорт Елизово Поверочный расчет



Жесткости



Конвертация из  
SCAD 21.1 и  
Объединение  
трех моделей  
в ANSYS



## Выводы

Докладчик ряд операций выполнил иначе.

В целом конвертор успешно функционирует.

Есть ряд замечаний.

Практически применять его возможно лишь при достаточном уровне владения ANSYS

Целесообразно его дальнейшее тестирование.

Желающие могут присылать свои модели.

По возможности проведем сверку.

# Способы определения ветровых воздействий на сооружения

## Нормативные подходы/



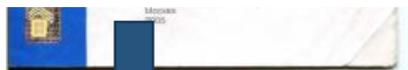
Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве



Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Научно-исследовательский центр «Строительство»  
ФГУП «ВНИИТП «Строительство»

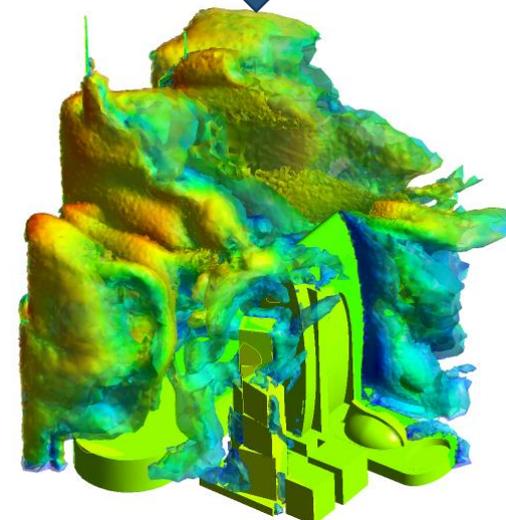
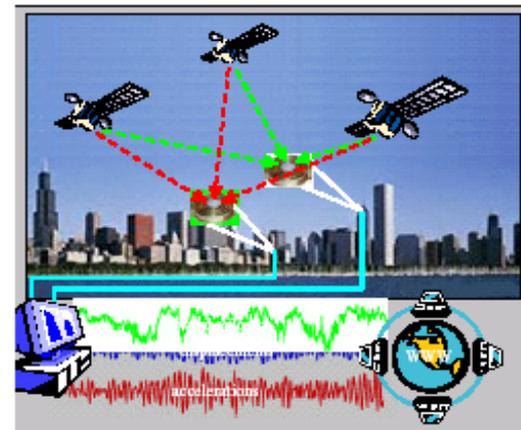
ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО НАЗНАЧЕНИЮ НАГРУЗОК  
И ВОЗДЕЙСТВИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ  
НА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ  
ВЫСОТЫЕ ЗДАНИЯ  
И КОМПЛЕКСЫ В МОСКВЕ

МДС 20-1.2006



Испытания в АДТ. Wind tunnel

## Мониторинг и натурные замеры In-cite measurements

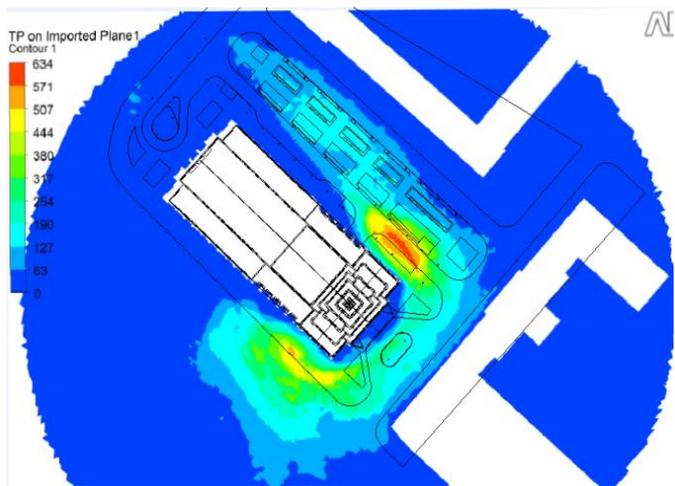


Численное моделирование  
Simulation

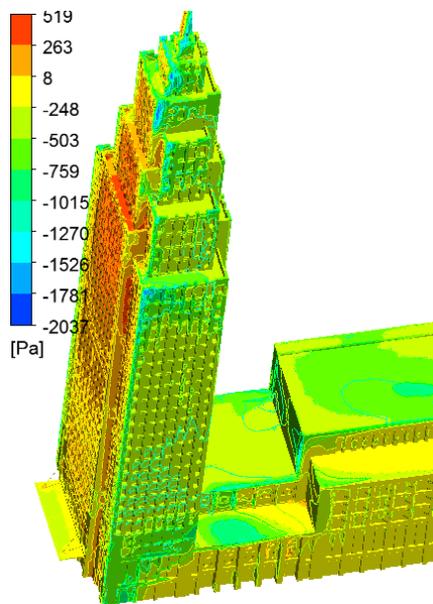
# МФК «Алкон» (Москва, Ленинградский пр-т, 32)



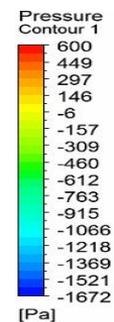
Поля средних давлений на фасады



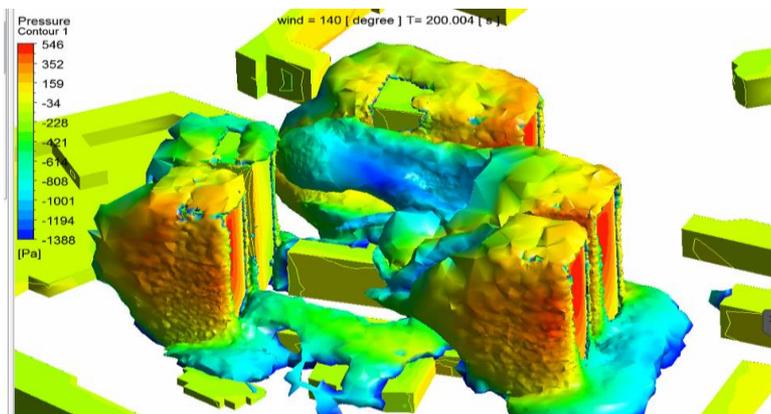
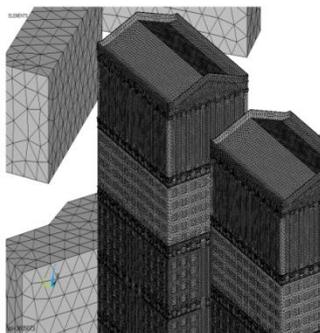
Проверка по первому критерию пешеходной комфортности  
(скорость ветра в порывах  $V > 6$  м/с), часов в год



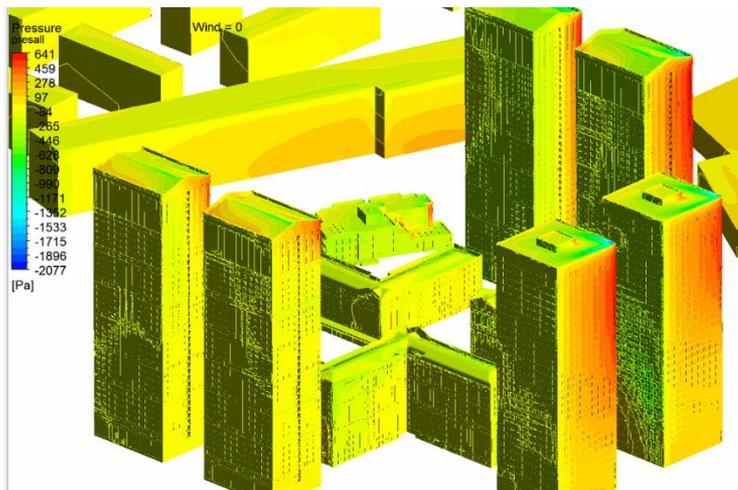
Пиковые минимальные давления, Па (угол 120°)



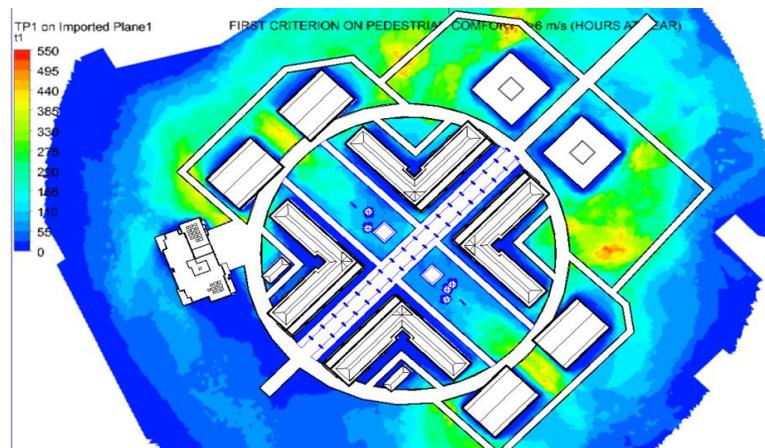
# Sky City” (Москва, ул.Бочкова 11а)



Скорости, давления и завихренности при направлении ветра 140°

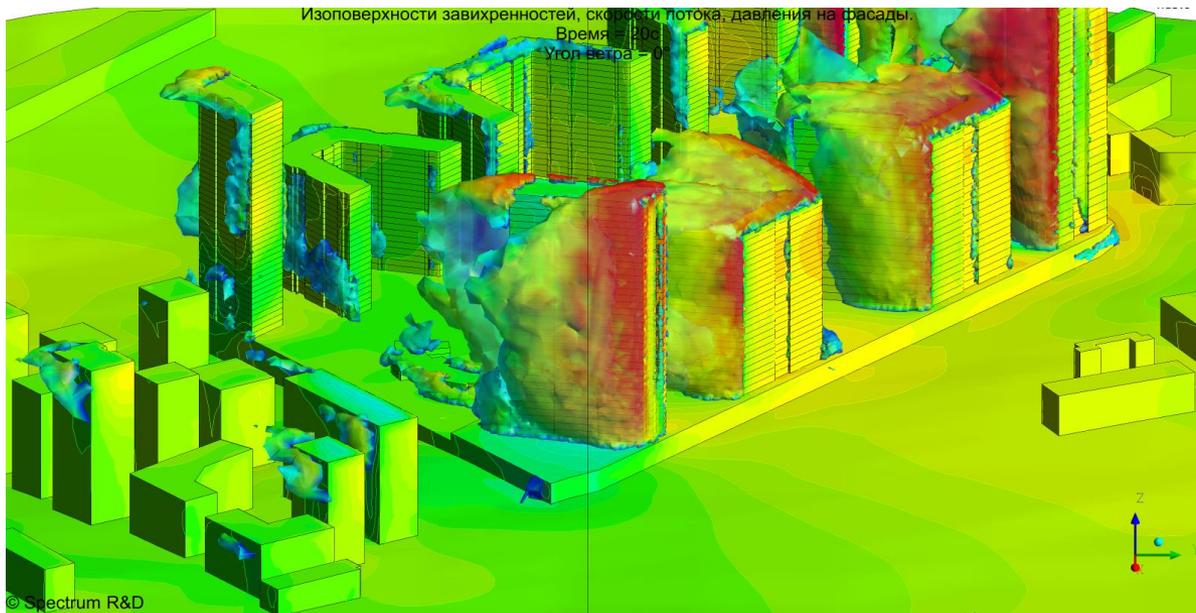
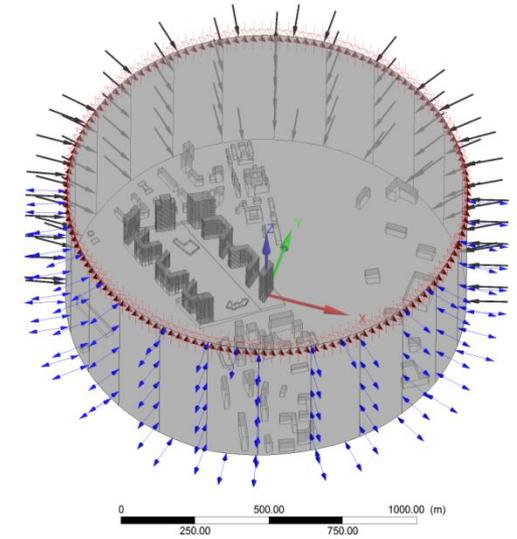
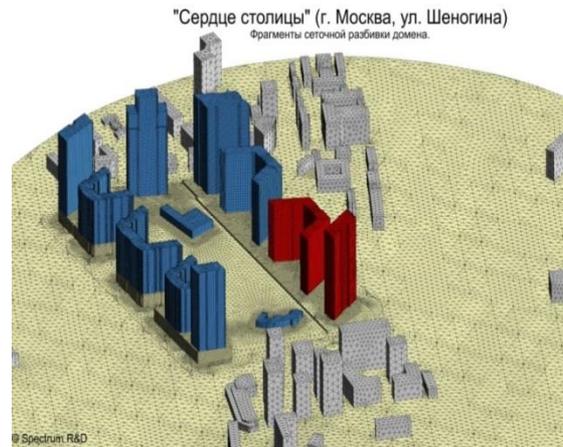


Средние давления.  
Северный ветер (Угол 0°)



Оценки для критерия 1-го уровня пешеходной комфортности (часов в год) с учетом 36 направлений ветра

# „Heart of Capital town“- Komplex “Сердце Столицы”

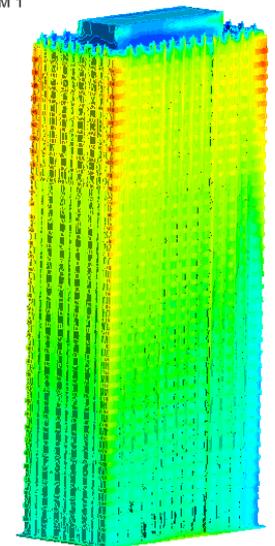


PMXMX on Imported DOM 1

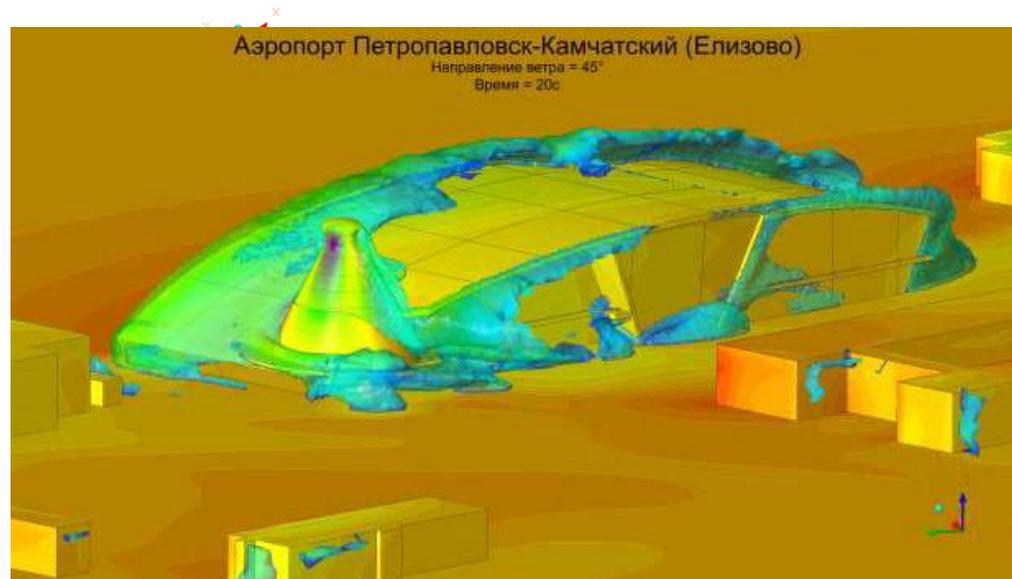
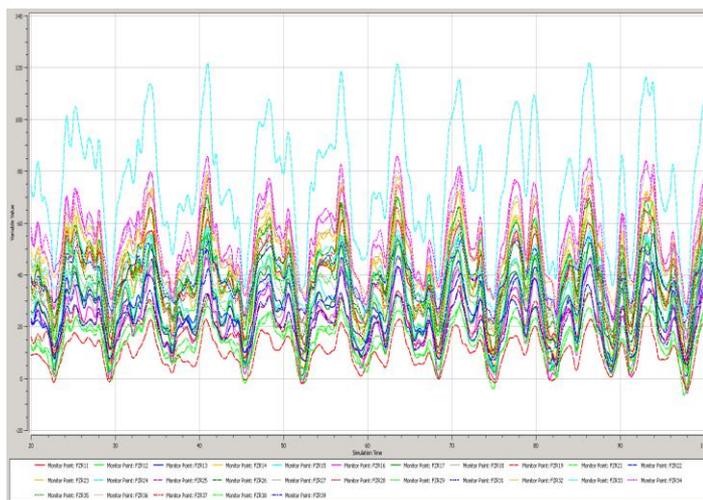
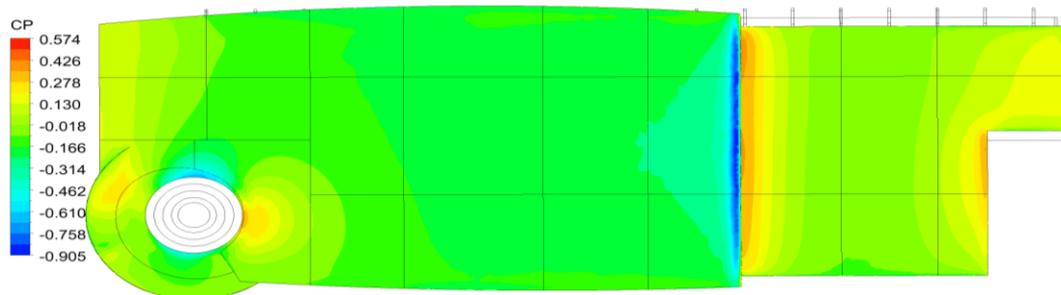
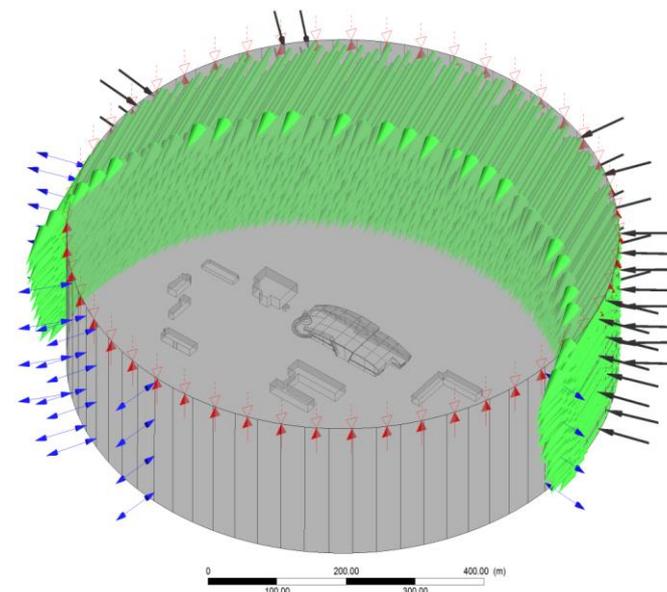
pmamax

1318  
1224  
1131  
1037  
943  
850  
756  
662  
569  
475  
381  
288  
194  
100  
7  
-87

[Pa]



# Аэропорт Елизово ветер



**Спасибо за внимание !  
Буду рад ответить на Ваши  
вопросы**



[www.spectrum-group.ru](http://www.spectrum-group.ru)  
[spectrum@spgr.ru](mailto:spectrum@spgr.ru)

**Москва**

T. +7 (495) 981 0601

**Санкт-Петербург**

T. +7 (812) 332 6032

Дубинский Сергей Иванович  
Директор Центра SPECTRUM R&D, к.т.н.  
[Dubinsky@spgr.ru](mailto:Dubinsky@spgr.ru)