



НИУ МГСУ

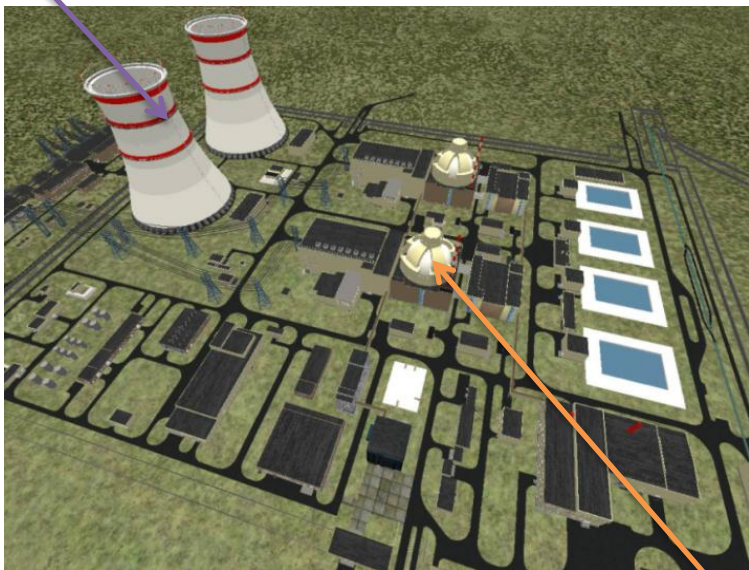
**Учебно-научно-производственная лаборатория по аэродинамическим и
аэроакустическим испытаниям строительных конструкций
(УНПЛ ААИСК)**

Аэродинамические воздействия на здания и сооружения
АЭС. Учет нагрузок при проектировании

МОСКВА 2015

Здания и сооружения АЭС восприимчивые к ветровому воздействию

Градирни



Купола

Трубы



Обрушение градирен на ТЭС Феррибридж (1965 г.)

Авария на АЭС Turkey Point.

Значение экспериментального моделирования ветрового воздействия

Одним из важнейших факторов, требующих повышенного внимания на этапе проектирования высотных, а также уникальных зданий и сооружений АЭС, является ветровое воздействие.

Нормативные документы



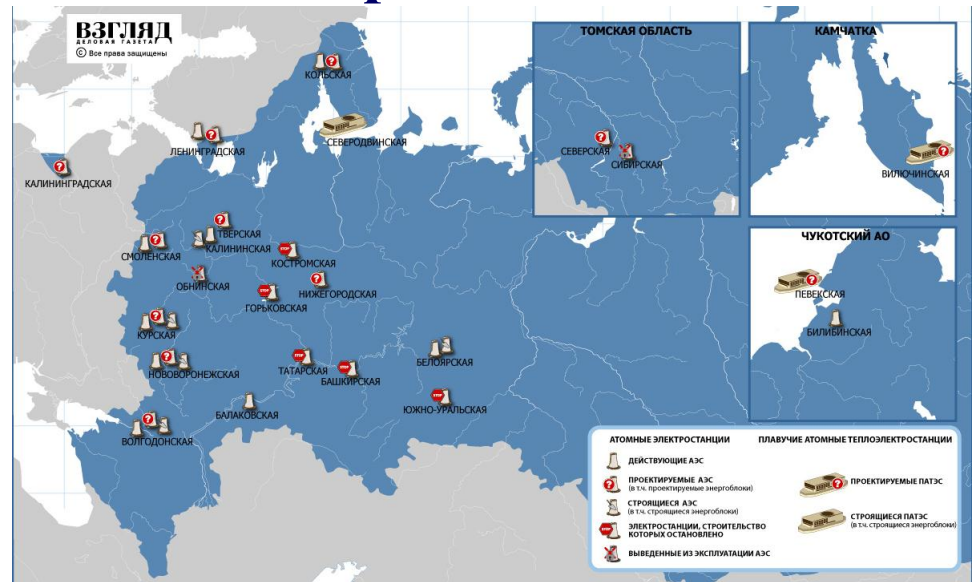
Для высотных и уникальных зданий и сооружений рекомендуется проведение экспериментальных исследований в специализированных аэродинамических трубах.

Современное состояние вопроса.

✓ Прямое применение нормативных методик назначения ветровых нагрузок и воздействий при проектировании АЭС, может привести как к **излишнему завышению**, так и к **занижению расчетных величин**.

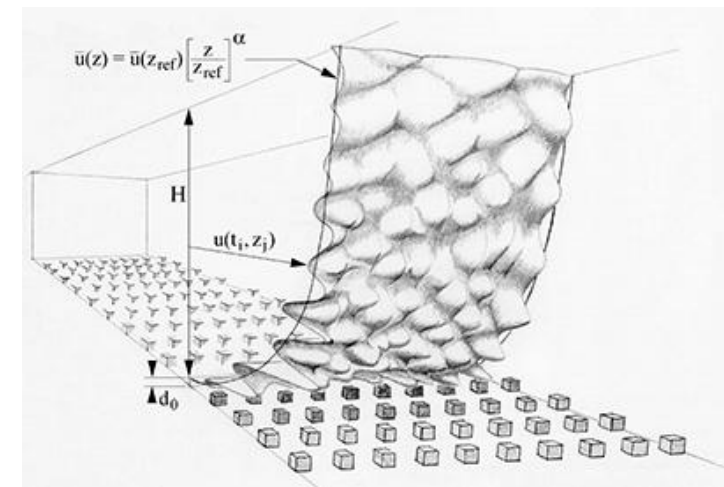
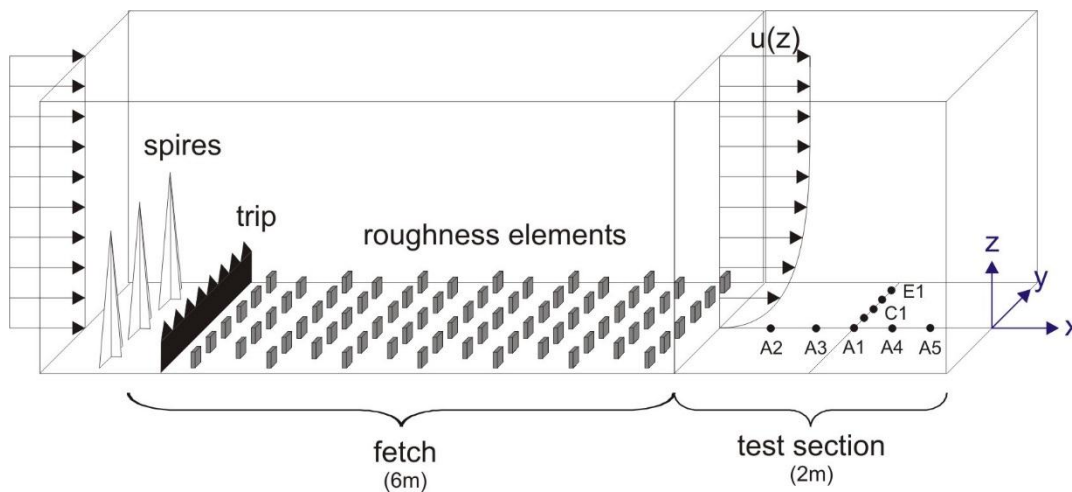
✓ Отсутствуют рекомендации по назначению аэродинамических коэффициентов и других параметров ветровых воздействий **для сложных по форме зданий**, не учитывается влияние интерференции, рельефа, изменения спектра набегающего потока в условиях плотной застройки площадки.

✓ Для "гибких" конструкций (градирни, трубы, мачты) актуальны задачи **аэроупругости**, недостаточно формализованные в отечественных нормах



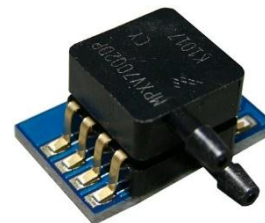
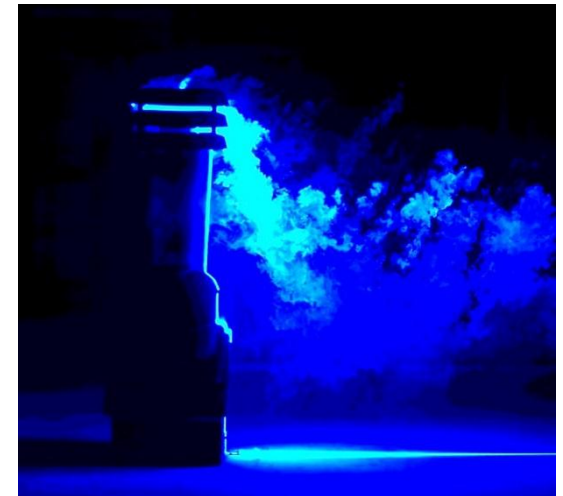
Аэродинамические трубы архитектурно-строительного типа

Основным требованием к проведению исследований ветрового воздействия на здания и сооружения является наличие **специализированной аэродинамической трубы архитектурно-строительного типа**. Основной отличительной особенностью конструкции труб такого типа является **наличие протяженной рабочей зоны (не менее 15 м)**, обеспечивающей специальную эпюру скорости обдуваемого потока, моделирующего приземный слой атмосферы и влияние подстилающей поверхности ландшафта.



Специализированное оборудование

Важным фактором успешного исследования ветровых воздействий на здания и сооружения с учетом всех особенностей архитектуры и размещения в городе является база измерительного оборудования, включающая в себя как классические измерительные системы, основанные на использовании дифференциальных датчиков давления и шестикомпонентных сило-моментных датчиков, так и современные лазерные бесконтактные измерительные системы (PIV и LDA).



Учебно-научно-производственная лаборатория по аэродинамическим и аэроакустическим испытаниям строительных конструкций МГСУ

УНПЛ ААИСК создана для выполнения следующих научно-исследовательских и научно- производственных услуг:

- Расчетно-экспериментальное исследование влияния ветровой нагрузки на высотные и уникальные сооружения
- Расчетно-экспериментальное исследование аэрации городской застройки и объектов промышленного и специального назначения
- Расчетно-экспериментальное исследование влияния ветровой нагрузки на пролетные конструкции мостовых сооружений
- Проведение фундаментальных исследований в области строительной аэродинамики



Большая градиентная аэродинамическая труба

- Характеристики рабочей зоны* – длина 19 м, ширина 4 м, высота 2,5 м;
- Максимальная скорость в рабочей зоне* – 31 м/с.
- Параметры исследуемых макетов*: длина – 3,0 м, ширина – 3,0 м, высота – до 1,5 м.
- Масштабы макетов зданий и сооружений*: 1:100, 1:150.
- Масштабы макетов градостроительных объектов*: 1:1000, 1:2000, 1:5000.



Экспериментальные исследования ветрового воздействия на башенные испарительные градирни Нововоронежской АЭС

При изготовлении макетов башенных испарительных градирен сотрудниками МГСУ был разработан новый уникальный способ моделирования из листов пенокартона, последовательно склеенным между собой, с последующим выравниванием специализированной шпаклевкой.



На базе лаборатории выполняется изготовление макетов для проведения аэродинамических испытаний с использованием парка станков и современного оборудования (3D принтер Cube Pro, лазерный станок Qualitech 9G 530 IV)



Экспериментальные исследования ветрового воздействия на башенные испарительные градирни Нововоронежской АЭС

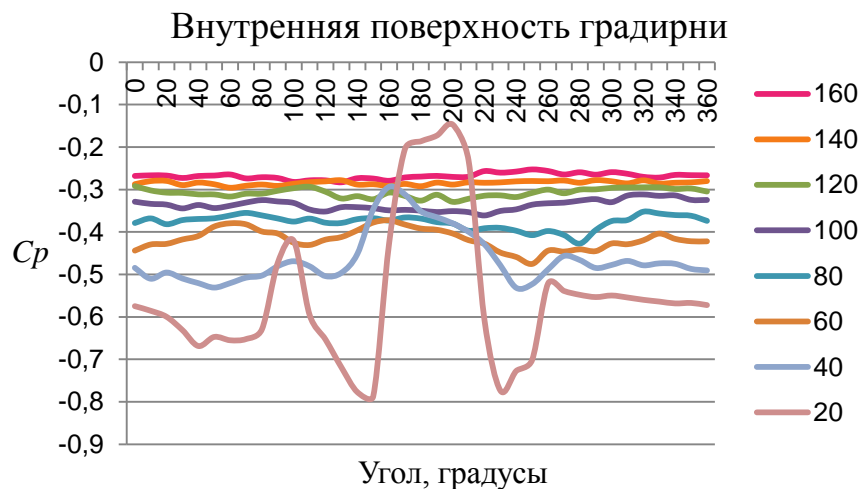
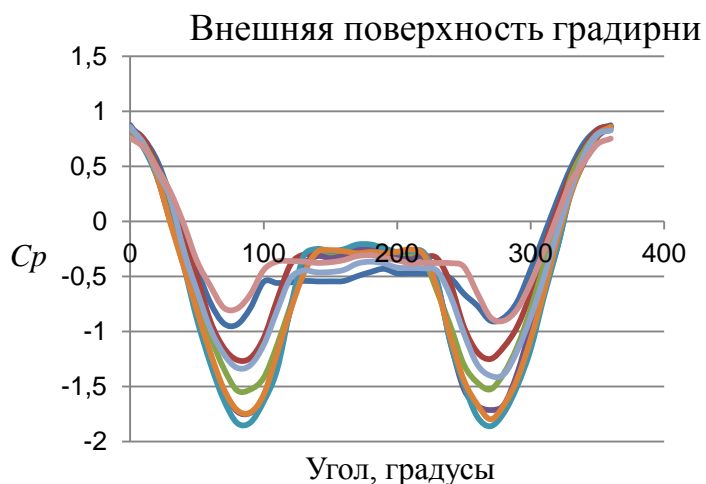
При помощи измерительной системы, включающей дифференциальные датчики давления и программного обеспечения созданного на основе графической среды LabView, определяется давление на конструкцию и вычисляется суммарный **аэродинамический коэффициент давления C_p** на внешней и внутренней поверхности градирни на разных высотах с учетом всего комплекса сооружений и рельефа местности.

При помощи шестикомпонентных тензочувствительных датчиков и программного обеспечения АТМ DAQ F/T определяются F_x , F_y – суммарные силы (тс) вдоль осей X, Y соответственно и вычисляются C_x , C_y – суммарные **аэродинамические коэффициенты сопротивления** относительно осей X, Y, соответственно.



Экспериментальные исследования ветрового воздействия на башенные испарительные градирни Нововоронежской АЭС

Получены эпюры аэродинамического коэффициента давления C_p при ураганном ветре и при "нормативном" ветре.



Определены ветровые нагрузки на несущие конструкции градирни для "нормативного" и ураганного ветра.

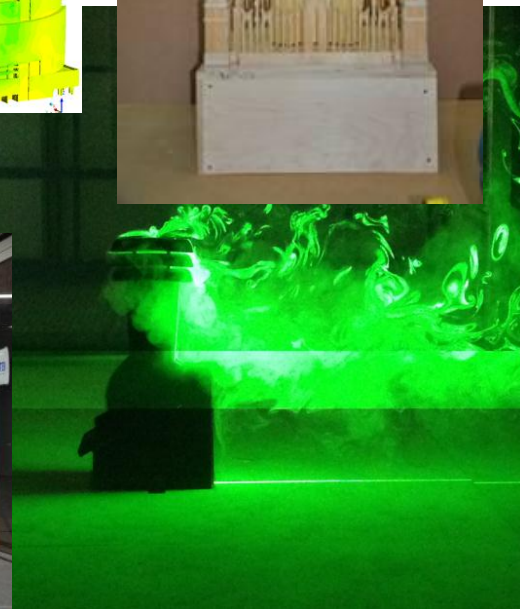
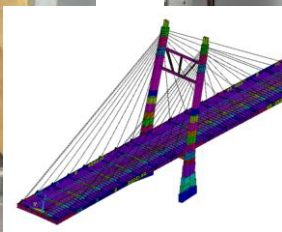
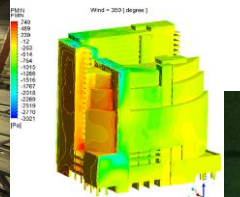
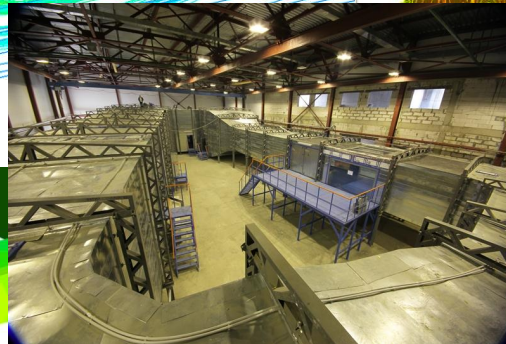
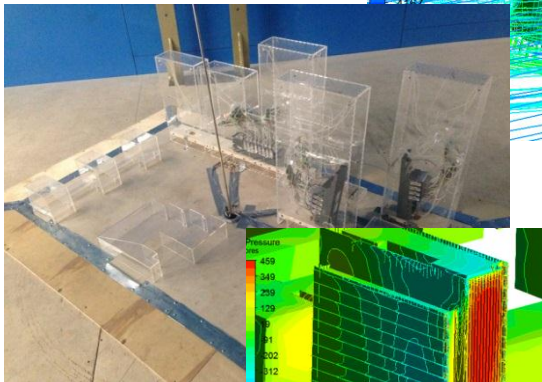
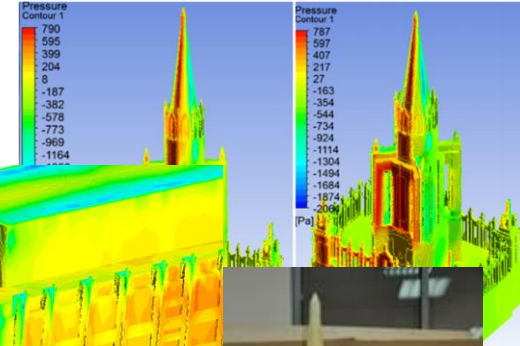
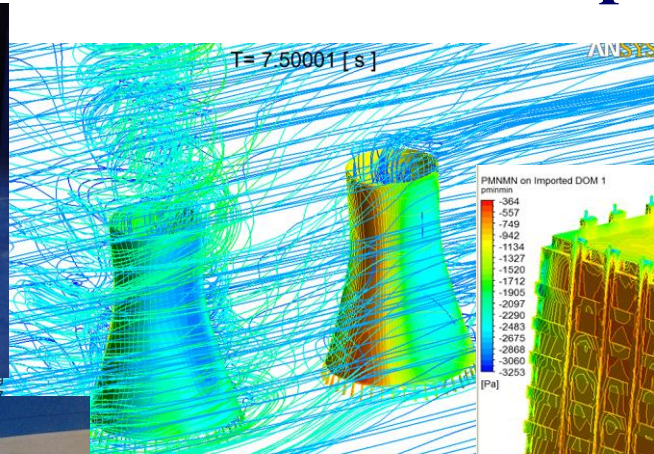
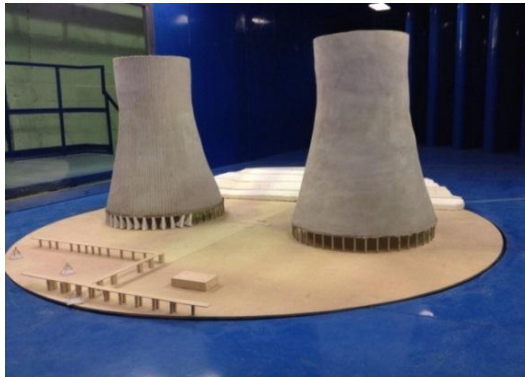
Экспериментальные средние суммарные ветровые нагрузки на башенную испарительную градирню. Скорость ветра 25,9 м/с

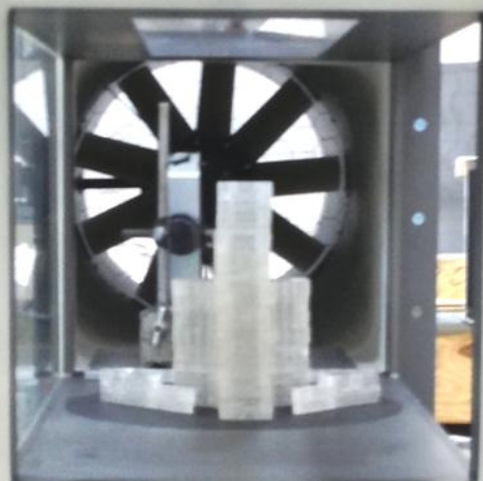
F_x , тс	F_y , тс	F_r , тс	C_x	C_y
461,76	13,88	461,97	0.406	0.013

Экспериментальные средние суммарные ветровые нагрузки на башенную испарительную градирню. Скорость ветра 40,9 м/с.

F_x , тс	F_y , тс	F_r , тс	C_x	C_y
1168,9	7,35	1168,9	0.378	0.003

Реализованные проекты





Спасибо за внимание!