



Алютерра СК

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБСЛУЖИВАНИЕ ФАСАДОВ

MERO

Культурный центр Гейдара Алиева
Азербайджан г. Баку

Архитектура: Заха Хадид
Заказчик: Ильхам Алиев

Проектирование, изготовление и монтаж:

- Пространственная технология устройства конструкций кровли МЕРО-ТСК (система КК)
- Площадь поверхности снаружи — 33000 м².



Торгово-развлекательный центр
Ferrari World Theme Park
ОАЭ насыпной остров ЯС/ Абу Даби

Архитектура: Беной

Проектирование, изготовление и монтаж:

- Пространственная технология устройства конструкций кровли МЕРО-ТСК (система КК)
- Площадь поверхности снаружи с учетом воронок — 195000 м².

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

АМЕРИКА: НЕБОСКРЕБЫ
НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТΙΑ

America: The New Millennium
Skyscrapers

КОМАНДНЫЙ ПОДХОД

Team Approach

ЗЕРКАЛО ВРЕМЕНИ

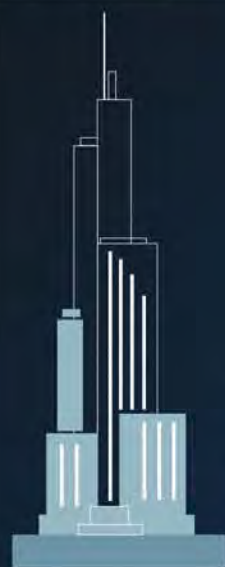
The Mirror of Time

КОРОЛЕВСКИЙ РОСТОК

Royal Germ



Tall Buildings 4/11
журнал высотных технологий



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ГОРПРОЕКТ СЕГОДНЯ – ЭТО:

- сплоченная команда, способная работать в жестких современных условиях, оперативно реагировать на постоянно изменяющуюся ситуацию, принимать оптимальные решения;
- комплексный подход к проектированию: архитектура, конструкции, инженерные сети, специальные разделы. Все стадии и разделы проекта – от концепции до авторского надзора;
- проектирование в соответствии с системой качества ИСО 9001:2008, что позволяет институту постоянно повышать эффективность производства и конкурентоспособность организации на рынке проектных услуг;
- разработка проектной документации для объектов гражданского назначения общей площадью более чем 1 000 000 кв. м ежегодно.

Профессиональная ответственность
ЗАО «Горпроект» застрахована
на 125 000 000 руб.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВЩИКА, КОНСУЛЬТАЦИИ ПО ВОПРОСАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СОГЛАСОВАНИЙ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Горпроект осуществляет проектирование:
зданий и сооружений высотой до 25 и более этажей;
жилых, общественных, производственных
сооружений и их комплексов;
объектов транспортного назначения и их комплексов
(магистральных дорог, улиц и дорог местного значения
в жилой застройке, тоннелей, эстакад, путепроводов и галерей);
на территориях с инженерно-геологическими условиями
III категории сложности, а также с развитием природных
и техногенных процессов (сейсмичность 7 баллов и более,
подтопление территорий, карст, суффозия).

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СОСТАВЕ:

- архитектурные решения
- генеральный план
- конструктивные решения
- специальные сооружения (шпунтовое ограждение, «стена в грунте», подпорные стены)
- теплоснабжение
- холодоснабжение
- вентиляция и кондиционирование
- водопровод и канализация
- водостоки и дренаж
- электроснабжение, электрооборудование и электроосвещение
- системы связи и сигнализации, радиофикации и телевидения
- системы охраны, контроля доступа и видеонаблюдения
- вертикальный транспорт
- АСУ инженерных систем
- технологические решения
- охрана окружающей среды
- энергоэффективность
- технологический регламент обращения с отходами строительства
- организация строительства
- организация движения
- системы пожаротушения, пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре, противодымной защиты, эвакуации людей при пожаре
- противопожарные мероприятия

ИЗ «МИССИИ» ИНСТИТУТА:

Мы хотим стать для наших заказчиков избранным проектировщиком, с которым легко и приятно работать! Все наши действия направлены на долгосрочную перспективу. Мы уверены в своих возможностях и в полном объеме отвечаем по принятым на себя обязательствам. Основные черты стиля работы Горпроекта – высокое качество проектирования, комплексное решение задач, соблюдение принципов деловой этики и постоянный профессиональный рост.

РАБОТАЯ С ГОРПРОЕКТОМ, ЗАКАЗЧИК ПОЛУЧАЕТ:

выразительные, объемные и эффективные планировочные решения;
оптимальные и надежные схемы конструкций;
самые современные инженерные системы зданий;
все стадии и разделы проекта.

Россия, 105005, Москва, наб. Академика Туполева, д. 15, корп. 15, этаж 5

Тел.: (499)263-7611, 263-7612, 263-7616, (495)500-5581, 500-5582

info@gorproject.ru

www.gorproject.ru

ISO 9001:2008
Certificate 168703/1604



Журнал
«Высотные здания»
Tall buildings

Учредитель
ООО «Скайлайн медиа»
при участии
ЗАО «Горпроект»
и **ЗАО «Высотпроект»**

Редакционная коллегия:
Сергей Лахман
Надежда Буркова
Юрий Софронов
Петр Крюков
Татьяна Печеная
Святослав Доценко
Елена Зайцева
Александр Борисов

Генеральный директор
Сергей Лахман

Главный редактор
Татьяна Никулина

Исполнительный директор
Сергей Шелешнев

Переводчик
Ирина Амиразджиби

Редактор-корректор
Алла Шугайкина
Иллюстрации
Алексей Любимкин
Олег Нагай

Над номером работали:
Марианна Маевская
Елена Голубева
Наталья Павлова-Каткова

Отдел рекламы
Тел./факс: (495) 545-2497

Отдел распространения
Светлана Богомолова
Владимир Никонов
Тел./факс: (495) 545-2497

Адрес редакции:
105005, Москва,
наб. Академика Туполева,
д. 15, стр. 15

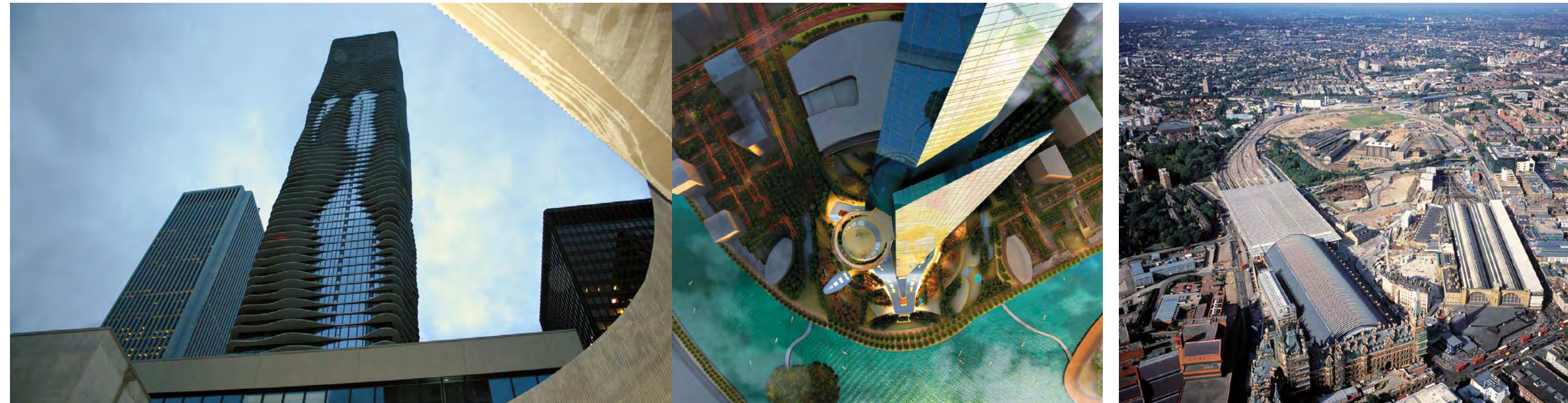
Тел./факс: (495) 545-2495/96/97
www.tallbuildings.ru
E-mail: info@tallbuildings.ru

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. Перепечатка материалов допускается только с разрешения редакции и со ссылкой на издание. За содержание рекламных публикаций редакция ответственности не несет.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство ПИ № ФС77-25912 от 6 октября 2006 г.

Журнал отпечатан в ОАО «Московская типография № 13»
Цена свободная Тираж: 5000 экз.

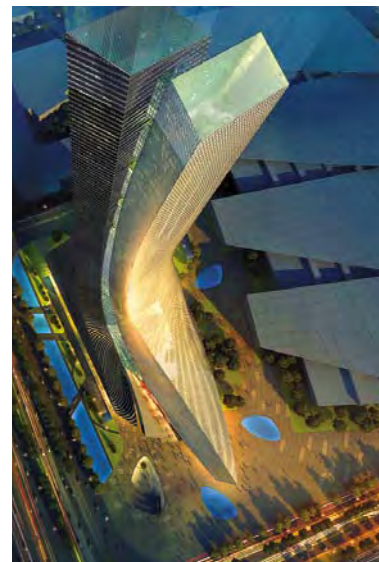
На обложке: проект Kingdom Tower,
иллюстрации предоставлены Adrian Smith + Gordon Gill Architecture



С о д е р ж а н и е c o n t e n t s

Коротко/In brief	6	События и факты Events and Facts
международный обзор INTERNATIONAL OVERVIEW		
История/History	20	Америка: небоскребы нового тысячелетия America: The New Millennium Skyscrapers
Ракурсы/Perspectives	28	Постклассический силуэт Манхэттена Postclassic Manhattan Silhouette
Среда обитания/Habitat	34	Башня пяти озер Five Lakes Tower
архитектура и проектирование ARCHITECTURE AND DESIGN		
Стиль/Style	40	Зеркало времени The Mirror of Time
Экология/Sustainability	46	Экологический рационализм King's Cross King's Cross Ecological Rationality
Объект/Site	50	Индекс комфорта и стиля Index of Comfort and Style
Фотофакт/Photo Session	56	Америка America
Аспекты /Aspects	64	В ритме вальса The Rhythm of Waltz

Проекты/Projects	70	Королевский росток Royal Germ
Актуально/Up to date	76	Методы параметрического проектирования An Innovative Process for Tall Building Form Generation
управление MANAGEMENT		
Опыт/Experience	82	Командный подход Team Approach
строительство CONSTRUCTION		
Технологии/Technology	88	Эксклюзивный тандем Exclusive Tandem
Аэродинамика/Aerodynamics	92	Инерционные колебания сооружений Aerodynamics and Vibration Control
Визитная карточка/Business Card	96	20 лет развития 20 Years of Progress
Мониторинг/Monitoring	98	От теории – к практике From Theory to Practice
эксплуатация MAINTENANCE		
Компьютерные технологии/Digital Technologies	108	Проектирование зданий: теория и практика Construction Planning: Theory and Practice
Безопасность/Safety	112	Нормативные нагрузки от пожара Structural Fire Load and Computer Modeling
английская версия ENGLISH VERSION		
	118	



СОБЫТИЯ И ФАКТЫ



Подобный цветущему лотосу

Завершено строительство комплекса конгресс-центра новой администрации города Ханчжоу, Китай. Концепция и дизайн фасада были выполнены архитектурным бюро Peter Ruge Architekten (прежде называвшимся Pysall Ruge) в сотрудничестве с профессором Ван Ксяосонгом (Wang Xiaosong) из компании DBH GmbH. Архитектурный ансамбль расположился на берегу реки Цяньтан, недалеко от центра города и станет центральной постройкой нового крупного делового и административного района.

Этот интереснейший комплекс состоит из шести офисных высоток, расположенных по кругу, в центре которого находится плоское многофункциональное здание. Высотные постройки соединены по верхним этажам мостами и имеют четыре главных входа с разных сторон. Форма многофункционального малоэтажного административного здания конгресс-центра напоминает большой драгоценный камень. Дизайн фасада, с одной стороны, подчеркивает современный характер архитектуры ансамбля,

но с другой – отражает типичные традиционные мотивы этого региона. Провинция Чжэцзян славится своим производством чая, поэтому при разработке концепции оформления фасада за основу была взята форма традиционной чайной плантации. В результате, здание словно окутано многослойной тканью, придающей ему истинно архитектурную пластичность. Издалека фасад имеет четкий объем, но при приближении он словно растворяется в сети структур и уровней. Основная идея проектирования крыши центрального здания заключалась в том, чтобы использовать ее в качестве пятого фасада, создав масштабное изображение цветка лотоса, типичного для этой местности, который хорошо виден с верхних этажей окружающих высоток. Благодаря разной длине стальных балок, крыша словно выгибается, образуя в центре абстрактный цветок лотоса. В этой части кровли разбит небольшой садик. Цель дизайнеров из Peter Ruge Architekten состояла в том, чтобы создать здание с местным колоритом, и сегодня можно подтвердить, что она успешно достигнута.

Peter Ruge Architekten

Земной рай

В Голд-Кост, Квинсленд, Австралия, открылся новый отель Hilton Surfers Paradise на 134 номера. Любопытен факт, что все его номера – для некурящих. Проект двух башен отеля разработали специалисты одного из самых больших архитектурных бюро Австралии – Buchan Group. Ими же создана большая часть дизайна интерьера постройки стоимостью \$ 700 миллионов. Их задача состояла в том, чтобы создать комплекс, включающий жилую зону и изысканный отель на Золотом побережье, предлагающий великолепный сервис и пленительные виды на длинные белые пляжи на востоке и горные хребты и извилистые каналы на западе. Директор Buchan Group Джерри Холмс говорит, что башни Hilton Surfers Paradise были разработаны на основе идеи простоты: «Сильной внешней конструктивной особенностью экстерьера является вертикальный диалог между двумя зданиями и их зна-



чительная разница в высоте, обеспечивающая каждой башне собственную индивидуальность. В результате два впечатляющих сооружения очаровывают элегантно простотой своих внешних форм. Несмотря на структурные различия, каждый корпус имеет логическое, функциональное назначение, которое неразрывно связано с его местоположением. Огромные дугообразные строения, обращенные к воде и суше, взаимодействуют в форме оппозиционного диалога, в то же время стабилизируя отношения между собой».

Генеральный менеджер компании Hilton Surfers Paradise Дэвид Келли заявил, что уникальный дизайн башен, подобных двум парусам, воплощает в себе стиль и энергию компании Hilton Surfers Paradise: «Этот комплекс совпадает с нашим видением Hilton Surfers Paradise в том, что он необычен и рождает свежее и изысканное ощущение. Это первый отель Hilton в Австралии, предлагающий концепцию сочетания отеля и жилых апартаментов, и мы уверены, что создали продукт, который позиционирует нас как лидера отрасли».

The Buchan Group



КНАУФ-Файерборд

КНАУФ-профиль
Негорючий утеплитель KNAUF Insulation с технологией Ecosore
Негорючая плита КНАУФ-Файерборд
Финишное покрытие



ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ЧИСТЫЕ
ОТДЕЛОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ

Основа Вашей безопасности

Дома и в офисе важно чувствовать себя защищенным. КНАУФ-Файерборд – это негорючая экологичная гипсовая плита, обеспечивающая высокий уровень огнезащиты и препятствующая распространению пламени в течении полутора часов.

www.knauf.ru



KNAUF
Немецкий стандарт

По вопросам крупных оптовых поставок обращайтесь в сбытовые организации КНАУФ: КНАУФ МАРКЕТИНГ Красногорск, тел. +7 (495) 937 95 95; КНАУФ МАРКЕТИНГ Санкт-Петербург, тел. +7 (812) 718 81 94; КНАУФ МАРКЕТИНГ Новомосковск, тел. +7 (48762) 29 291; КНАУФ МАРКЕТИНГ Краснодар, тел. +7 (861) 267 80 30; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, тел. +7 (351) 771 02 09; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Новосибирске, тел. +7 (383) 355 44 36; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Иркутске, тел. +7 (3952) 290 032; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Хабаровске, тел. +7 (4212) 31 88 33.



Экспериментальная архитектура

С того момента, как в 2007 году Фернандо Ромеро (Fernando Romero) из компании LAR представил свой блестящий проект музея «Сумайя», для Мехико разрабатываются архитектурные предложения очень широкого стилистического диапазона. Музей «Сумайя», завершённый в марте этого года, стал образцом архитектуры изогнутых форм и заметным ориентиром на горизонте города, приглашающего как опытных, так и молодых зодчих проверить свою изобретательность, и постепенно становящегося новой игровой площадкой для самых смелых дизайнерских идей.

В конце 2009 года компания Foster + Partners представила концепцию для Campus Biometrics, впервые в практике подобных конструкций в Мексике основанную на игре цветов. Старший архитектор Foster + Partners Найджел Денси (Nigel Dancy) объяснил, что эта концепция не только открывает новый творческий этап в деятельности компании, но и расширяет горизонты развития Мехико: «Проект поможет сохранить водоносный слой большей части Мехико, он ориентирован на защиту коренных видов растений и животных, а также важных геологических формаций, встречающихся в этом районе».

А 22 июня этого года состоялась церемония закладки фундамента небоскреба под названием R432, спроектированного местными архитекторами из Rojkind Arquitectos. Это здание займет почетное место на одной из самых престижных улиц Мехико – Реформа-авеню. Вырастая на 54 этажа с основания размером в 70 кв. м, башня щеголяет фасадом необычной изломанной угловатой формы, напоминающей переплетенные корни дерна, что является полной противоположностью мягким изгибам совсем недавно завершённого культурного памятника города – музея «Сумайя».

В здании будут 28 жилых этажей, 12 уровней офисных помещений со своей парковкой, 3 этажа займут роскошные рестораны и торговые площади, а 5 этажей цокольного уровня зарезервированы под парковку хозяев квартир. На верхних 10 этажах расположатся заведения для проведения досуга жителей башни R432 – тренажерный зал, спа-центр, бассейн и беговая дорожка.

По мере того, как Мехико продолжает свое современное развитие, архитекторы и дизайнеры, по-видимому, ищут вдохновение во все более необычных источниках. В данном случае, архитекторы Rojkind Arquitectos черпали идеи в трудах французского философа Гастона Башляра (1884 – 1962), чье критическое произведение «Вода и грезы» –

эссе об образе материи – рассматривает сравнительные составляющие ряда природных материалов как на физическом, так и метафорическом уровнях.

В своем теоретическом исследовании Башляр утверждает: «Образы, для которых вода служит архетипом или материей, не обладают таким постоянством и крепостью, как те, на которые нас вдохновляют земля, кристаллы, металлы и драгоценные камни. Им не свойственна бодрая жизнь, характерная для образов огня. Из вод не строятся «правдивые обманы». Душа должна быть в достаточной степени смущена, чтобы всерьез обмануться речными миражами. Кроткие призраки воды обыкновенно связаны с неестественными иллюзиями развлекающегося воображения, которое желает позабыться...»

...Такие образы, будь они даже естественными, не приковывают к себе внимания. Они не пробуждают в нас достаточно глубоких эмоций, в отличие от некоторых столь же заурядных образов огня и земли. Поскольку они мимолетны, то и впечатление от них может быть разве что ускользающим. Стоит лишь взглянуть на небо – и мы вернемся к непреложности света; какое-нибудь глубинное решение, внезапное желание вернет нас к волевым позывам, к «позитивному» труду, заключающемуся в рытье ям и возведении зданий».

Архитекторы, проектировавшие R432, объяснили, что этот отрывок из критического эссе вдохновил их на идею планировки интерьера здания, разделившей внутреннее пространство на зоны, которые отражают определенные узнаваемые темы произведений Башляра – запах, звук, цвет и так далее. Эти зоны включают темы «Металл», «Кристалл», «Вода», «Камень» и «Семена».

Если вникнуть пристальнее, то можно предположить, что дизайнеры на самом деле взаимодействуют с текстом философа на более глубоком уровне: концепция здания, фасад которого напоминает рябь на поверхности воды, – это прямой ответ на размышления Башляра о материальности и плотности так называемого «фантома» воды. Волнообразная поверхность остекленного фасада может быть прочитана как отражение аргумента писателя, что «мощь воды – это пример для храбрости»: построить храброе здание для города, которое постепенно становится примером архитектурного бесстрашия.

Rojkind Arquitectos

Москва, Центральный выставочный зал «Манеж» 14-16 октября 2011



Зодчество '11 международный фестиваль

Ежегодное вручение
Российских национальных
архитектурных премий

Организатор:
Союз архитекторов России,
член Международного
союза архитекторов

+7(495) 690-63-30
+7 (495) 690-62-13

www.zodchestvo.com



3Beirut

В Бейруте начато строительство многофункционального высотного комплекса по проекту британского архитектурного бюро Foster + Partners. Этот высотный объект жилой и коммерческой недвижимости соответствует особенностям участка под застройку, культурному контексту и современным экологическим тенденциям. Проект также будет способствовать укреплению роли Бейрута как туристического, коммерческого и торгово-развлекательного центра, обеспечив его при этом новыми зелеными зонами отдыха.

Участок застройки расположен в Центральном районе Бейрута и является частью престижного Сектора В, входящего в генеральный план реконструкции, разработанный компанией Solidere. Особое внимание в проекте уделено общественной сфере и созданию пешеходной зоны. Комплекс 3Beirut расположится вдоль пешеходных улиц и площадей и будет восприниматься как органичное связующее звено между историческим центром города и морским заливом.

Прямоугольная планировка и неравномерный профиль ломаных линий фасадов акцентируют внимание на зонах общественного пользо-

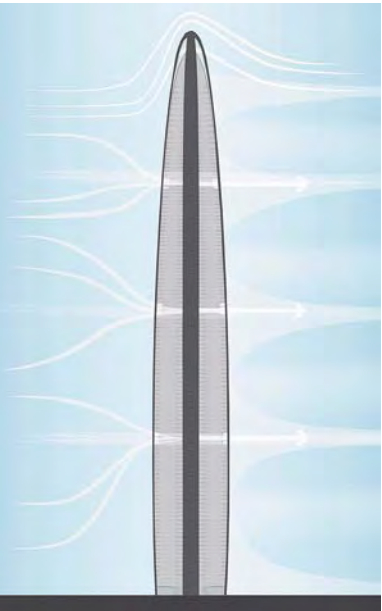


вания и зеленых палисадников, окружающих пространство комплекса. Нижний этаж отдан под магазины, галереи и заведения общепита. С остекленной северной стороны открываются потрясающие виды на гавань. А четкие и несколько консервативные по своей стилистике фасады южной стороны постепенно нисходят до среднего уровня ранее сложившейся застройки, органично вписываясь в городскую среду. В этом проекте – впервые в Бейруте – применена популярная в последние годы практика озеленения балконов и крыш, что должно способствовать прогрессивному изменению привычки горожан к традиционному четко-



му разграничению внутреннего пространства и внешней среды. Интерьеры жилых помещений, разработанные архитекторами Foster + Partners, основаны на элегантных и функциональных схемах, позволяющих делить пространство несколькими различными способами, что также повышает привлекательность этой своеобразной постройки. Для их дизайна характерно спокойное лаконичное решение пространства, что наряду с пассивной экологической стратегией создаст все условия для максимального использования естественного освещения и вентиляции.

Foster + Partners



Битва гигантов

Битва за право возведения самых высоких зданий продолжается. Компания Adrian Smith + Gordon Gill совместно с Thornton Tomasetti и PositivEnergy Practice разрабатывает проект четвертого по высоте здания в мире. В последние годы Adrian Smith + Gordon Gill Architecture входит в число лидеров на рынке проектирования высотных зданий. Проект небоскреба для Уханя, Китай, который планируется завершить через пять лет, стал еще одним достижением этого архитектурного бюро. 606-метровое здание Wuhan Greenland Center

поднимется на пересечении рек Янцзы и Хань и вместит около 200 000 кв. м коммерческих площадей, 50 000 кв. м элитного жилья, 45 000 кв. м площадей пятизвездочного отеля, а также великокопный клуб для членов парламента, который расположится в пентхаусе. Компания Adrian Smith + Gordon Gill будет работать над архитектурным дизайном 119-этажной башни совместно с инженерами из Thornton Tomasetti и компанией PositivEnergy Practice, специализирующейся на энергетических, инжиниринговых и консалтинговых услугах.



Комментируя это решение, Гордон Джилл отметил: «Ухань – интересный и важный проект для нашей компании, поскольку мы продолжаем продвигать наши идеи зависимости дизайна небоскребов от их практического назначения. Опираясь на прошлый опыт строительства аналогичных зданий, мы делаем особый акцент на соотношении архитектурной формы и функциональности и их взаимосвязи со структурными и ветровыми нагрузками». Обтекаемая форма конической башни была специально разработана для минимизации количества структурных материалов, необходимых для строительства. Небоскреб имеет конусообразный корпус с мягко закругленными углами и вершиной, увенчанной куполом для улучшения аэродинамических характеристик башни, так как на высоте всегда дует ветер. При этом предложено выразительное дизайнерское решение. Удлиненный силуэт здания поднимается из основания в форме штатива; постепенно сужаясь, он образует вершину в форме арки из гладкого изогнутого стекла, которая работает на контрасте с текстурированной облицовкой стен здания.

Adrian Smith + Gordon Gill Architecture

ЕДИНСТВЕННАЯ
В РОССИИ
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ
ВЫСТАВКА



Получите электронный
билет на сайте
www.city-build.ru

CityBuild
СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ

5-я международная
выставка

Разработка
Проектирование
Строительство
Эксплуатация

17–20
октября
2011 года

Москва, ВВЦ,
павильон 75

Официальная поддержка



МИНИСТЕРСТВО
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
Российской Федерации

Организатор



Соорганизаторы



Генеральный партнер



Тел.: +7 (495) 935-81-20, 935-73-50, факс: +7 (495) 935-73-51, e-mail: city@ite-expo.ru, www.ite-expo.ru



ВЕРТИКАЛЬНЫЙ МИКРОРАЙОН

В Нью-Йорке предполагается разместить 300-метровую энергосберегающую жилую башню, проект которой разработан архитектурно-конструкторской фирмой Solus4. Представленный на рынок как «вертикальный жилой район», этот напоминающий лезвие небоскреб будет включать в себя 50 этажей квартир с четырьмя спальнями и апартаменты. Здание разделено на блоки площадью примерно 3000 кв. м, каждый из которых должен обслуживаться системой высокоскоростных лифтов. Жилые помещения расположатся в верхней части башни, а в основании разместятся рестораны, кафе и бары, места розничной торговли и отдыха, включая тренажерный зал, бассейн, а также пространство, отведенное под галереи и музеи. Эта башня, в случае ее реализации, войдет в пятерку самых высоких зданий Нью-Йорка.

Комплекс был создан в соответствии с принципами Экологической инициативы сообщества городской застройки (SNCI), которые гарантируют не только равноправное партнерство всех участников создания проекта, но и бережное отношение к окружающей среде, несмотря на новаторство предлагаемых идей.

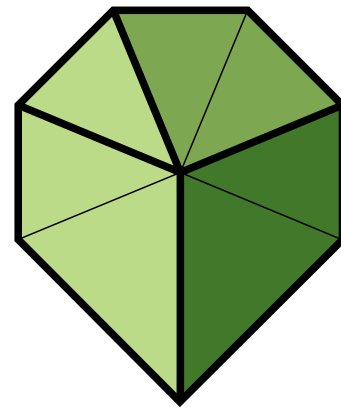
Вся структурная система, разработанная консультантами LeMessurier, выполнена из монолитного бетона, плиты безбалочных перекрытий поддерживаются колоннами и стенами-связями, которые и формируют главную техническую шахту. Этажи высотой 4,2 метра полностью остеклены. Фасады, выполненные из конструкций с двойным остеклением, позволяют удерживать тепло внутри здания зимой и препятствуют перегреву помещений летом.

Здание оснащено солнечными батареями, которые будут обеспечивать значительную часть энергетических потребностей жильцов; некоторые его особенности позволяют предположить, что в теплое время года количество вырабатываемой энергии будет превышать потребности здания, и таким образом жители башни могут получать дополнительный доход. Между слоями двойного фасада создается эффект вытяжной трубы. Он используется размещенными здесь мини-турбинами, извлекающими энергию из восходящих воздушных потоков.

На каждом этаже небоскреба есть балконы. Они не только делают большую полезную площадь квартир. Размещенные на них теневые экраны поддерживают оптимальную степень естественного освещения в помещениях. Кроме того, балконы являются коллекторами дождевой воды. Впоследствии она поступает в систему технического водоснабжения дома и используется для канализационных нужд. На окнах здания имеются электронные жалюзи с датчиками температур, таким образом, есть возможность создавать и поддерживать уровень комфортной температуры в разных помещениях индивидуально.

Во многих новых жилых комплексах города поддерживается замена традиционных бензиновых автомобилей на электро в качестве основного вида транспорта, потому пункты их подзарядки размещаются непосредственно в зданиях. Компания Solus4 пошла еще дальше, исключив из зоны башни парковку для обычных автомобилей и оставив место только для полностью перешедших на электропитание машин, которые будут находиться в гараже дома, под одной крышей со своими владельцами.

Solus4



ЗЕЛЕНЫЙ ПРОЕКТ 2011

ФЕСТИВАЛЬ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Уважаемые коллеги!
Приглашаем всех
к участию в фестивале
«ЗЕЛЕНЫЙ ПРОЕКТ 2011»

Заявки принимаются
до 1 октября 2011 г.

по адресу:
dva@ard-center.ru
тел./факс: +7 (495) 917-0318,
917-5013, 917-5805;
www.ard-center.ru

Учредители:



АРА.ЦЕНТР
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Организатор фестиваля:

РИА.АРА
ПЕЧАТНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ЦЕНТРО
СОЮЗА АРХИТЕКТОРОВ РОССИИ

123001, Москва, Гранатный переулок, 12, оф. 8
тел/факс: +7 (495) 691-5321,
691-5274, 917-0318, 969-6073
e-mail: pr@ard-center.ru

www.greenprojekt.com

при поддержке:



информационные партнеры:



Зеленый свет королевской застройке



Международная архитектурная фирма Kohn Pedersen Fox Associates (KPF) выиграла конкурс на проект реконструкции принадлежащей компании CIT Group башни King's Reach Tower на южном берегу Темзы в Лондоне. Существующая башня и Т-образное здание подиума, возведенные в 70-х годах прошлого века по проекту сэра Ричарда Сейферта (Richard Seifert), будут сохранены, но станут многофункциональными. После реконструкции здесь разместятся жилые, торговые и офисные помеще-

ния, а также расширенная общественная зона. Планировка наземного участка башни сильно изменится: здесь создадут новый пешеходный маршрут, который пройдет по центру реконструированного здания. Удвоится количество магазинов по всему периметру строения, на другое место перенесут растения, по-иному будет использоваться и подземное пространство. Существующий Т-образный подиум видоизменят, а его внутреннее ядро передвинут для создания трех новых этажей. На участке перед

первым этажом озелененный ландшафт создаст буфер между офисной зоной и уже существующими жилыми городскими постройками, а новый сад на крыше девятого уровня позволит жителям башни любоваться видами Лондона. В верхних этажах башни, с 11 по 36, офисное пространство преобразуют в 173 блока жилых апартаментов. Архитекторы исходили из простой концепции – не только сохранить структуру здания, построенного в 1970-х, но и обновить и приспособить его к современным требованиям. Траектория фасадов и разнообразие используемых материалов, сочетающих бетон, стекло, легкий металл и теплое дерево, подчеркивают вытянутый силуэт здания, создавая новое пространство и в то же время придавая ему некоторую непосредственность. В KPF надеются получить «отлично» в рейтинге BREEAM. Повторное использование железобетонной конструкции, как ожидается, позволит избежать выброса более чем 6000 тонн CO₂ при их утилизации. Предусматриваются и ряд мер по повышению энергоэффективности здания, в том числе установка системы рекуперации тепла, снижение энергопотребления при освещении, использование охлаждающих чиллеров и оборудования для централизованного отопления и охлаждения, создание резервного теплохранилища для уменьшения расхода тепла в период пиковых нагрузок. Замена фасадов также снизит годовую потребность в энергии на отопление и охлаждение.

KPF

Восточный порт Даляня

Ведущая архитектурная компания Architectonica работает над необычным проектом нового небоскреба в китайском городе Далянь под названием Eastport (Восточный порт). Созданный для компании Dalian Parkland Real Estate Development, проект может похвастаться уникальным дизайном, редкостным даже для современной мировой архитектуры, когда многие знаменитые зодчие изощряются, создавая комбинации различных форм и размеров сооружений с помощью компьютеров и неограниченных финансовых возможностей своих клиентов. Экстерьер комплекса состоит из набора различных архитектурных деталей, компоновка которых и придает зданиям очень необычный вид. Архитекторы эффектно оперируют большим количеством плоскостей и объемов, самый сложный из которых смотрится как опрокинутая буква S. За ней следуют еще две основных постройки, с закругленными очертаниями углов фасадов, расположенных перпендикулярно друг другу. Комплекс выглядят так, будто к двухмерному изображению добавлен спецэффект, придающий плоскостям фасадов иллюзию трехмерности, а дополнительные боковые поверхности создают серию параллельных планов, поделен-



ных на равные узкие вертикальные секции, рождающие ощущение глубины. Боковые фасады здания сложной S-образной формы имеют практически минимальную ширину, а верх одной из его частей венчает оригинальная надстройка, похожая на узкий мост. С другой стороны, главная башня проекта гораздо глубже, чем можно было бы предположить, исходя из необходимости структурной поддержки. Она поднимается с низкого подиума, заполняющего собой большую часть ква-



драта участка, отведенного под застройку, на другом углу которого располагается отдельно стоящее десятиэтажное кубовидное здание. Конечный результат в данном случае, возможно, выглядит так, словно кто-то рассыпал компьютерный шрифт. Будем надеяться, что эта интригующая идея увидит свет и внесет свой вклад в странную и удивительную коллекцию современной архитектуры, которую собирает Китай.

Architectonica

10 ЛЕТ НА РЫНКЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗДАНИЙ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА HI-TECH BUILDING 2011

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ

IT СИСТЕМЫ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

GREEN BUILDING + PASSIVE HOUSE

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
«УМНЫЙ ДОМ»

www.hitechbuilding.ru

8-10 ноября, Москва
Экспоцентр, павильон 1



Первая во Франции

2011-й вполне реально может стать годом, когда возобновилась гонка за высотными рекордами. Почти каждую неделю приходят известия о новом проекте, претендующем на звание самой высокой постройки в том или ином городе или стране, или об обновлении уже хорошо известных зданий, поднявшихся на головокружительную высоту. Начиная с километровой Kingdom Tower и 606-метровой Wuhan Greenland Center от компании Adrian Smith + Gordon Gill и заканчивая предложением Sustainable Vertical Neighborhood (300 м) для Нью-Йорка от бюро Solus4 и концепцией TFP Farrells' для башни Z15 (более 500 м, самое высокое здание в Пекине), мир буквально наводнен концепциями подобных проектов, каждый из которых еще выше и лучше предыдущего.

Продолжается строительство Tokyo Sky Tree, Япония, от компании Nikken Sekkei, прошедшего 600-метровую отметку высоты и в настоящее время находящегося на пути к тому, чтобы стать вторым по высоте зданием в мире, а также Kinkey Financial Tower (441 м) в Шэньчжэне, Китай, от компании TFP Farrells. Следует отметить, что большая часть подобных спиралевидных конструкций приходится на наиболее богатые страны мира, выступающие за смелые архитектурные заявления как символ роста и экономического развития.

Подобные сообщения очень редко приходятся на долю французских проектов, которым выпадает возможность занять особое место в кругу высотных зданий. Однако недавно фирма Kohn Pedersen Fox Associates (KPF) отпраздновала новое открытие Tour First. Башня, построенная в 1974 году архитектором Пьером Дюфо (Pierre Dufau), ранее носила название Tour UAP, затем Tour AXA, и имела высоту, которая даже не при-

ближалась к отметке 200 м. Теперь же офисное здание достигло общей высоты 231 м, оставив за собой башню «Монпарнас» (210 м), долгое время считавшуюся самой высокой и в столице, и во всей Франции.

Реконструкция превратила Tour First в сверкающий маяк района Ла Дефанс, и его необычные формы теперь выделяются на парижском горизонте. Для компании KPF это также возможность продемонстрировать преданность фирмы идее реконструкции с устойчивым экологическим подходом. Председатель компании KPF А. Юджин Кон уточнил: «Это здание действительно опередило свое время. Проведенная реконструкция фасадов позволила, по сути, создать новое здание, и это не просто дополнение к горизонту Парижа. Мы наслаждались процессом замечательного сотрудничества со всеми заинтересованными сторонами. Великолепная башня – результат большой совместной работы».

В процессе преобразования постройки KPF резко изменила силуэт башни, для того чтобы придать дополнительный символизм ее и без того впечатляющей форме. Изначальная структура здания из трех «лопастей» вокруг центрального ядра была сохранена, но в бетонных стенах сделали новые проемы, облегчающие естественное освещение интерьеров (не говоря уже о возможности для сотрудников любоваться эффектными видами Парижа). «Зеленые» принципы в полной мере воплощены в проекте: на данный момент башня является крупнейшим в стране офисным зданием, получившим национальный сертификат экологичности HQE (Haute qualité environnementale).

KPF



INTERLIGHT MOSCOW

ВЕДУЩАЯ ВЫСТАВКА ОТРАСЛИ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», МОСКВА

8 – 11 НОЯБРЯ 2011

- **ДЕКОРАТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**
- **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**
- **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ**

Татьяна Хомчик
Управляющий партнер
Тел.: +7 (495) 967-04-60
Факс: +7 (495) 967-04-67
Email: th@owc-rus.ru

www.interlight-moscow.ru

powered by: **light+building**

Лексингтон: история и современность

Новый проект высотной застройки центра города Лексингтон, второго по величине в американском штате Кентукки, может стартовать в ближайшее время, если будут одобрены предложения его переустройства, вышедшие из-под пера архитекторов компании Studio Gangs. 30-этажная 118-метровая башня Centrepoinте состоит из ряда вертикальных элементов, скомпонованных вместе, но отличающихся двумя различными способами обработки фасадов. Один из фасадов полностью отделан навесными стеклянными блоками, на втором тонкая каменная отделка обрамляет изящные панорамные окна (от пола до потолка). Кроме того, фасад здания раздроблен на тонкие перемежающиеся вертикальные сегменты различной высоты. Полностью остекленные участки прерываются открытыми зелеными вкраплениями ландшафтного дизайна, и каждый вертикальный сегмент

постройки оканчивается озелененной крышей. Помимо жилой башни в проект комплекса также входит 8-этажное здание неправильной формы, в отделке которого доминирует остекление. Здесь располагаются офисные и торговые помещения. В дополнение к этим постройкам Studio Gangs, совместно с несколькими другими компаниями, разработает варианты нескольких менее высоких зданий, которые планируется построить вдоль Мейн-стрит, но они еще не представлены широкой публике. Это будет следующим этапом развития проекта реорганизации центра Лексингтона, который, с одной стороны, должен вписать новичков в существующий исторический городской пейзаж, а с другой – сохранить индивидуальный стиль каждого старого здания в присущей ему средовой застройке.

Studio Gangs



Башня в свадебном уборе

Новое творение, создаваемое архитектурной компанией WS Atkins, по форме напоминает ладони, сложенные в традиционном для индийской культуры приветственном жесте – намасте, ставшем символом местного гостеприимства. Здание планируется построить в индийском городе Мумбаи, оно задумано как роскошный отель на 380 номеров, но может использоваться и для других нужд города.

62-этажная башня высотой 300 метров находится в процессе разработки, и точное место ее расположения еще не определено. Здание состоит из двух узких эллипсообразных конструкций, соединенных между собой центральным атриумом и образующих своеобразные крылья с рядами симметричных этажей,

разделенных посередине сквозными коридорами. Постройка необычна своей конфигурацией, узкие вытянутые овалы создают стройный силуэт, поднимающийся из «крылатого» подиума.

Одним из показательных примеров растущего уровня жизни в Индии являются все более дорогие и экстравагантные свадьбы. Дизайн башни специально разработан так, будто приглашает на проведение таких торжеств: узор фасада, выполненный из стекла и белоснежного материала аллопик, напоминает менди – рисунок, наносимый хной на руки невестам. Этот подиум вместит на своей площади в 6000 кв. метров 2 этажа магазинов и ресторанов, раскинувшихся под аркадами торговых рядов, а также четко расположенные и легко

доступные входы в здание для всех посетителей. Этажи с очень широкими межэтажными перекрытиями, находящиеся над подиумом, займут 9000 кв. метров офисных площадей класса А.

А в самой верхней части здания планируются четыре этажа ресторанов и баров, обслуживаемых группой панорамных лифтов, с садами на верхних этажах и расширенными структурными элементами, под «крыльями» которых располагается огромное пространство атриума, устремляющееся ввысь более чем на 30 метров.

Проект, названный Namaste Tower, еще не имеет конкретных сроков возведения, но подготовка к строительным работам уже начата.

WS Atkins

MosBuild

Апрель • 2012 • ЦВК «Экспоцентр»

2 – 5 апреля

Неделя дизайна
и декора



10 – 13 апреля

Неделя архитектуры
и строительства



две недели
ТОЛЬКО
в Экспоцентре!

MosBuild представляет
новую идеологию:



Зарегистрироваться и получить дополнительную
информацию Вы можете на официальном сайте выставки:

www.mosbuild.com



АМЕРИКА: НЕБОСКРЕБЫ НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Американское высотное строительство XX столетия и сегодня является эталонным для большинства стран. Художественные достижения и конструктивные приемы, опробованные здесь при возведении небоскребов, составляют золотой фонд мирового высотного строительства. Что же происходит в высотной архитектуре США в новом веке? Появляются ли захватывающие новаторские идеи, уникальные технологии и небанальные решения? В нашем небольшом обзоре мы попытались представить наиболее яркие фрагменты новейшей палитры возведения американских небоскребов.

Текст МАРИАННА МАЕВСКАЯ, фото АЛЕКСЕЙ ЛЮБИМКИН

Прежде всего, следует упомянуть, что для самой идеи необходимости продолжения строительства небоскребов в США чрезвычайно важными оказались в начале нового века сразу несколько факторов. Во-первых, переход в XXI тысячелетие породил волну интереса к созданию зримых символов мощи и значимости достижений человечества (или отдельной компании-заказчика) посредством новых образов и технологий, появившихся на рубеже веков. Во-вторых, в это время американское общество испытало одно из серьезнейших потрясений с момента окончания Второй мировой войны. Теракт и разрушение башен-близнецов Всемирного торгового центра 11 сентября 2001 года по своему общественному резонансу оказались сопоставимы только с шоком от действий японских камикадзе в Перл-Харборе. А поскольку произошедшая трагедия была непосредственно связана с высотками, то и требования к принципам их возведения и использования претерпели радикальные изменения. Все это заставило архитекторов и технических специалистов основательно пересмотреть и вопросы технологического порядка, и чрезвычайно детально разрабатывать варианты безопасной и эффективной эксплуатации таких сооружений.

Еще одним испытанием в новом веке стал американский, а затем и мировой финансовый кризис, существенно затронувший любые дорогостоящие и долгосрочные проекты. Многие стройки были

заморожены, а перспективные планы уже утвержденных проектов – отменены. Но даже на таком тревожном фоне американское высотное строительство демонстрирует восхитительную живучесть и целеустремленность. При этом наблюдается несколько географических точек локализации усилий команд именитых специалистов. Небоскребы продолжают проектировать и строить в вечно соперничающих Нью-Йорке и Чикаго. Крупные проекты были реализованы в Лас-Вегасе, Шарлотте, Филадельфии и других городах страны.

Одним из основополагающих факторов, оказавших большое влияние на развитие этой отрасли архитектуры, следует считать особое внимание к вопросам экологии и энергосбережения. Эта общемировая тенденция в архитектуре и строительстве особенно актуальна при возведении небоскребов, поскольку в подобных случаях «размер имеет значение» (в том числе и затрат на эксплуатацию). Если при возведении небоскребов в других странах соответствие стандартам LEED выделяется как особое преимущество, то для США соответствие Золотому или даже Платиновому стандарту LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) к концу первого десятилетия века стало восприниматься скорее как необходимое условие появления новой успешной высоты.

Среди лидеров национального высотного строительства Нью-Йорк по-прежнему занимает особое место. Помимо пристального внимания к разра-



Bank of America Tower,
Нью-Йорк

ботке проектов для участка на месте разрушенного WTC, ставшего главной заботой городских властей в 2000 годы, Нью-Йорк стремился обзавестись новыми высотными шедеврами и на других площадках. Наглядной иллюстрацией служит здание Bank of America Tower в Брайант-парк, завершенное в 2009 году. Этот изысканный небоскреб высотой 366 метров в Мидтауне Манхэттена, на Шестой авеню между 42-й и 43-й улицами, обошелся в 1 миллиард долларов и стал вторым по высоте зданием в городе после Empire State Building и четвертым в стране. Проект был разработан архитекторами Р. Куком и Р. Фоксом (Cook+Fox Architects) с учетом новейших требований в области безопасности и экологической эффективности, сравнимых с лучшими мировыми показателями. Башня Bank of America – первый небоскреб, заслуженно получивший Платиновый сертификат LEED.

По настоянию заказчика новый небоскреб должен был обеспечивать максимально здоровую атмосферу в помещениях и оказывать минимально возможное вредное воздействие на окружение. В результате, здание построено из переработанного бетона в пропорции 55% цемента и 45% шлаков. Использование шлакового цемента не столь вред-

но для окружающей среды, т. к. меньшее содержание чистого цемента позволяет снизить выбросы углеродного диоксида, производимые сооружениями из этого материала с обычным составом. Небоскреб также снабжен системой сокращения теплопотерь и регулирования температуры внутри здания, имеет специальный режим экономичного использования и очистки воды, автономную установку для выработки электричества, покрывающую значительную часть потребностей в нем.

В художественном отношении облик нового небоскреба Манхэттена представляет собой прозрачный нежно-голубой кристалл с 78-метровым шпилем, парящий над окружающей застройкой и пространством парка. Этот эффект достигается не столько благодаря фактической высоте, сколько из-за легких изломов диагональных плоскостей общего объема здания, придающих воздушность и визуальную хрупкость гигантской постройке. По сравнению с более массивными объемами окружающих высоток, башня Bank of America выглядит затейливее и изящнее, несмотря на свои внушительные реальные физические параметры.

Здание New York Times является полной противоположностью башни Bank of America в художественном отношении. Спроектированная и построенная в середине десятилетия (2003–2007), она представляет собой 52-этажную утонченную версию неомодернизма, уже пережившего и увлечение хай-теком, и постмодернизмом последней четверти XX века. Работа мастерской знаменитого Ренцо Пиано (Renzo Piano Building Workshop совместно с FXFOWLE Architects) представляет собой, как всегда, высокопрофессиональный образец применения самых передовых конструкций и технологий, сконцентрированных в рациональном и прагматично организованном высотном призматическом объеме (228 м, со шпилем – 319 м). Инженерную поддержку при воплощении этого замысла оказывало весьма авторитетное бюро Thornton Tomasetti. Как и большинство современных небоскребов, новое здание полностью соответствует экологическим стандартам и просто начинено энергосберегающими и прочими экологичными технологиями.

Завершение строительства New York Times Building вызвало широкий общественный резонанс. В 2008 году здание соперничало с Chrysler Building за место третьего по высоте небоскреба в Нью-Йорке. Окружение новой башни также представляет важное историческое значение для архитектурной среды города. Площадь Times Square и прилегающие улицы, соседство с Hearst Tower и другими знаменитыми зданиями потребовали особо тщательного подхода к формированию образа этого небоскреба. Контраст диагонального рисунка каркаса с облицовкой выступающей центральной части объема создают запоминающийся характер нового здания, которое не теряется среди пестрого разнообразия нью-йоркских высоток.



New York Times,
Нью-Йорк

В октябре 2009 года рядом с Манхэттеном, в Бэттери-парк, справила новоселье в 230-метровом небоскребе штаб-квартира компании Goldman Sachs. Вопреки всем финансовым потрясениям, она все еще считается одним из главных игроков на Уолл-стрит. Новая высотка на 200 West Street стоит рядом со зданиями Verizon Building и World Financial Center, в непосредственной близости от участка строительства новых башен Всемирного торгового центра (World Trade Center site). Проект небоскреба разработан известной архитектурной фирмой Pei Cobb Freed & Partners, здание обладает сертификатом LEED Gold. Возведение новой штаб-квартиры было начато в 2005 году, но из-за несчастного случая на стройплощадке городские власти на несколько месяцев запретили работы. Все вопросы безопасности строительства в конце концов удалось решить, и стройка завершилась к концу 2009 года.

Среди особых инженерно-экологических достижений на этом объекте – уникальная система климатического контроля, очистки и фильтрации воздушных потоков, расположенная под полом помещений. С архитектурной точки зрения башня представляет собой лаконичную изогнутую пластину, несколько подавляющую своей мощью и монолитностью объема. Некоторое разнообразие и утонченность ей придают чрезвычайно качественные элементы фасадных конструкций, которые одним своим обликом создают впечатление изысканности и дороговизны всего здания. В стилистическом отношении это типичный пример сращивания принципов хай-тека и чистого модернизма, перешагнувшего в новое тысячелетие на пике технологических возможностей.

В отличие от Нью-Йорка, около ста лет претендующего на звание мировой столицы небоскребов, Чикаго – их прародина. Именно здесь в 1885 году

был построен первый, смехотворно маленький по сегодняшним меркам, небоскреб – 10-этажное здание высотой всего 42 м. В последующие десятилетия Чикаго с переменным успехом претендовал на обладание наиболее выдающимися и заметными высотными постройками. А эталонные офисные призмы от Миса ван дер Роэ стали образцом так называемого чикагского стиля для всего мира. В новом тысячелетии Чикаго снова претендует на обладание самыми яркими высотками современности. Особенно это удастся, когда появятся заинтересованные в этом и невероятно успешные люди – такие, как Дональд Трамп.

Увековечение имени и могущества миллиардера Дональда Трампа в пространстве города Чикаго было поручено авторитетнейшему американскому архитектору Адриану Смиту (Adrian Smith). Башня Trump Tower Chicago поднимается на 423 м вместе со шпилем и имеет 92 жилых этажа, что делает эту постройку самым высоким жилым зданием в США. Необходимость реакции на события 11 сентября вынудила автора и заказчика несколько уменьшить первоначальную высоту. В результате, Trump Tower (2009), с общей высотой до уровня кровли 360 м (без шпиля), уступила абсолютное первенство среди чикагских небоскребов башне Willis (до 2009 года Sears Tower, 527,3 м), но все же опередила многофункциональный John Hancock Center (457 м) как здание с самыми высоко вознесенными от уровня земли жилыми помещениями в мире. Сегодня небоскреб Трампа замыкает мировую десятку самых высоких сооружений, но как долго это продлится, предсказать сложно.

Функциональное назначение Trump Tower тоже претерпело некоторые изменения в процессе модификации проекта. Сократилось число верхних этажей, отводимых под пентхаусы, уменьшилось количество предполагаемых кондоминиумов.



Trump Tower, Чикаго

Общественные пространства и холлы получили конкретную специализацию. Предусмотрены холлы для гостей отеля и жителей кондоминиумов. Уменьшились по площади торговая зона, оздоровительный клуб и пространство под рестораны. На крыше установили шпиль, который, по мнению критиков, эстетически не дополняет здание и выглядит несколько чужеродным. Несмотря на проведенные изменения, замысел начал реализовываться весной 2005 года. В качестве генподрядчика строительство возглавила всемирно признанная компания Bovis Lend Lease, успешно реализовавшая такие громкие проекты, как Диснейленд в Париже, башни-близнецы Petronas Towers в Куала-Лумпуре и прочие масштабные замыслы по всему миру.

Продолжая традиционное соперничество между Нью-Йорком и Чикаго за появление самых знаменитых и высоких небоскребов в США, на северном берегу реки Чикаго возвели новый 60-этажный гигант. Это многофункциональное здание (300 North LaSalle) включает в себя 1 млн 300 тыс. кв. м офис-

ных площадей, магазинов, ресторанов, зеленую рекреационную зону, трехуровневую подземную парковку и обширные общественные пространства в нижних этажах. Для девелопера – компании Hines – было особенно важно, чтобы новый небоскреб соответствовал всем международным и национальным стандартам в области экологии и энергосбережения. Поэтому здесь максимально используется дневное освещение, применяются энергия собственных солнечных батарей, а также система воздухо- и водоочистки, энергосберегающие конструкционные и облицовочные материалы. Четкое соблюдение этих позиций в строительстве позволило башне получить в 2010 году Золотой сертификат LEED.

Внешний облик нового небоскреба соответствует чикагским традициям рационалистической архитектуры. Его стеклянные фасады со стальным каркасом являют собой торжество утилитарного подхода к возведению высоток. Главный художественный эффект от масштабного призматического объема достигается за счет многократных отражений неба и воды в стеклянно-металлических фасадах башни. Четкость и структурированный ритм стальных конструкций визуально несколько облегчают впечатление от небоскреба по сравнению с более «материальными» каменными фасадами окружающих зданий.

Еще более впечатляющим и изобретательным в архитектурном отношении чикагским достижением последних лет является 72-этажный многофункциональный небоскреб Legacy at Millennium Park, появившийся на карте города в те же годы (2006–2009) между улицами S. Wabash Avenue и E. Monroe Street. Узкое стеклянное здание с 360 роскошными апартаментами, выполненное по проекту архитектурного бюро Solomon Cordwell Buenz & Associates, как бы вырастает из городской ткани и устремляется ввысь, окруженное исторически значимыми постройками. В частности, непосредственно со стороны улицы Wabash Avenue перед небоскребом Legacy Tower стоит историческое здание Chicago Landmark Jewelers Row District. В первых этажах башни располагаются классы Чикагской школы искусств (School of the Art Institute of Chicago), что тоже накладывает определенную долю ответственности на само здание как образец современной архитектуры. Выбранная узкая и тонкая структура вызвана не только размерами участка, но и пожеланием заказчика (Mesa Development LLC) обеспечить максимально развернутые панорамные виды на город для всех собственников квартир в небоскребе. Учитывая реальные габариты здания, архитекторам удалось на редкость изящно и динамично совместить необходимое художественное впечатление с жесткими функциональными требованиями.

Жилая башня One Museum Park East (224 м) по проекту местной фирмы Pappageorge Haymes, Ltd., – это самое высокое здание в южной части Чикаго

и также самое высокое полностью жилое сооружение в городе. Небоскреб One Museum Park East (OMPE) на Prairie Avenue является частью большого проекта развития территории вокруг парка Гранта. Он представляет собой массивный ступенчатый объем с дугообразными сегментами фасадов, сопряженными в нескольких местах. 62 эксплуатируемых этажа жилой высоты производят очень внушительное впечатление и составляют главную доминанту запланированного градостроительного преобразования южной части города. Помимо упомянутой башни, в проект входят уже построенная 54-этажная высотка One Museum Park West на пересечении западной оконечности Roosevelt Road и Indiana Avenue, а также несколько менее внушительных высотных зданий в районе Central Station. Первые жильцы нового небоскреба смогли оценить его по достоинству в 2010 году, строительство других запланированных сооружений еще в самом разгаре.

В рамках того же проекта преобразования городских территорий в Чикаго был реконструирован небоскреб The Blue Cross Blue Shield Tower (BCBS, 243 м), построенный в 1995 – 1997 годах в северном конце парка Гранта на пересечении с 300 E. Randolph Street. Над первоначальным проектом работали специалисты из Lohan Associates под руководством Джеймса Гоейтша (James Goettsch), а новый вариант небоскреба разрабатывался им же позднее, уже в преобразованной компании Goettsch Partners. По первоначальному замыслу небоскреб должен был соединяться пешеходным мостом с расположенным по соседству зданием Aon Center. Однако впоследствии от этой идеи отказались. В результате большой проделанной работы массивный модернистский офисный небоскреб получил более современные технические решения для дальнейшей эксплуатации и в 2010 году принял сотрудников в реконструированные офисные пространства.

Интересным концептуальным решением всего проекта с самого начала была технологическая и конструктивная возможность последующего существенного увеличения этажности уже построенного здания. В середине 1990-х оно имело всего 33 этажа, а спустя десятилетие добавило себе еще 24; здесь были установлены дополнительные лифты и создана необходимая инфраструктура. Все достроенные уровни получили самую современную начинку, отсюда открываются прекрасные виды на зеленый массив парка Гранта, что чрезвычайно повысило престижность и востребованность модернизированной офисной башни BCBS. В архитектурном отношении здание лишний раз продемонстрировало приверженность архитекторов современной чикагской школы традициям рациональной архитектуры модернизма и функционализма, где простота геометрии и логика прямого угла все еще в почете.

Свою лепту в разнообразие горизонта городов страны в 2000 годы внесла и Филадельфия. Город,



RSA Battle House Tower, Мобиле

некогда претендовавший на статус культурной столицы и место средоточия значимых для всей Америки художественных ценностей, реализовал масштабный проект небоскреба Comcast Center на бульваре Джона Кеннеди (1701 John F. Kennedy Blvd). Автором новой высотки выступило известное бюро Роберта Стерна (Robert A. M. Stern Architects), а инженерную составляющую отслеживало не менее авторитетное бюро «Торнтон Томасетти» (Thornton Tomasetti), специализирующееся на разработке решений для уникальных высотных зданий.

Новый офисный небоскреб чуть-чуть не дотянул до 300-метровой отметки. Его 297 м и 58 этажей, тем не менее, сделали его самым высоким зданием в городе. Впервые о планах строительства девелоперская компания Liberty Property Trust объявила в 2001 году, однако для последующих корректировок понадобилось еще четыре года. Первоначально здание планировалось отделать камнем, идентичным облицовке городского Художествен-



Legacy Tower, Чикаго

ного музея, являющегося одним из ключевых архитектурных сооружений исторической части Филадельфии. Однако позже было принято решение использовать материалы, визуально облегчающие впечатление от массивного объема башни.

Несколько провинциальным на фоне чикагских и нью-йоркских высоток, хотя и не лишенным определенного шарма, выглядит небоскреб RSA Battle House Tower, самое высокое здание (227 м со шпилем) города Мобиле и штата Алабама. Хотя это 35-этажное ступенчатое чудо со стилизованным куполом и шпилем построено в 2003 – 2007 годах (автор – местное бюро TVS Associates), от архитектурной моды проект отстал лет на двадцать как минимум. В результате создается впечатление, что здесь просто тщательно обновили удачную постмодернистскую постройку прошлых лет. Тем не менее, в местной иерархии высотных сооружений новая башня потеснила небоскреб Wells Fargo Tower в Бирмингеме, Алабама, до того считавшийся самым высоким в штате. Свое название новая высотка получила благодаря Battle House Hotel,

ставшему частью нового многофункционального здания. Помимо отеля, в башне располагаются офисы и трехэтажная общественная зона. В процессе строительства здание пять раз подвергалось воздействию разрушительных ураганов, в том числе «Катрины» в 2005 году. Несмотря на все трудности, небоскреб все же был достроен в 2006 году. Его подсвеченная «корона» сразу стала значительной туристической достопримечательностью Мобиле, и в хорошую погоду ее можно увидеть даже с расстояния в 30 миль (48 км).

В середине 1990-х был разработан большой проект по реконструкции бульвара Лас-Вегас и всего центра главного американского города развлечений в Неваде. Модернизацию отдельных построек и новые проекты доверили самым маститым архитектурным бюро. Для Лас-Вегаса проектировали Pelli Clark Pelli Architects, Kohn Pedersen Fox, Helmut Jahn, Studio Daniel Libeskind, Foster+Partners и RV Architecture. Не всем проектам суждено было благополучно пережить последствия экономического кризиса. Какие-то были приостановлены, а какие-то вовсе отменены. Удачное завершение получилось у проекта 57-этажного здания Vdara Hotel & Spa от Рафаэля Виньоли (Rafael Viñoly Architects). Однако непонятной остается судьба почти достроенного 68-этажного The Fontainebleau Las Vegas. Изначально задуманный как роскошный отель с казино, ресторанами, ночными клубами и собственным театром, проект был остановлен на уровне 63 этажа и законсервирован в таком незавершенном виде. Его фактическая высота хотя и составляет сегодня 184 м, что отличается от проектной, но все равно существенно влияет на линию горизонта Лас-Вегаса, стоящего в практически плоской пустыне. Неуклюжая стеклянная машина была придумана архитекторами из Carlos Zapata Studio в сотрудничестве с Bergman Walls Associates. Однако неясно, какое впечатление здание производило бы в законченном виде. Строительство этого комплекса обросло драматическими деталями: банкротствами и даже самоубийством предыдущего владельца. Так что нынешний хозяин здания финансист Карл Икан (Carl Icahn) предпочел до поры воздержаться от дальнейших вложений в проект. Поэтому вероятно, что высотный силуэт Лас-Вегаса пока останется с недостроенным небоскребом в центре города.

В середине 2000 годов во многих городах США была популярна идея строительства крупных комплексов. Часть из них удалось довести до логического завершения, несмотря на экономические потрясения. В Шарлотте, Северная Каролина, первоначально планировалось возвести 34-этажный небоскреб Duke Energy Center высотой 160 м, о чем было объявлено в 2004 году. Однако позднее проект было решено пересмотреть, и в итоге в 2010 году город получил 240-метрового гиганта. Его 48 наземных и 6 подземных уровней заключены в лаконичную и технологичную «упаковку»



Duke Energy Center, Шарлотта

из стекла и белого камня. Форма высотки напоминает призму, лихо срезанную под острым углом. Новая башня известна также под названием One Wachovia Center, поскольку здесь предполагалось разместить штаб-квартиру компании Wachovia. Однако нынешний владелец башни (компания Wells Fargo), являющейся частью городского квартала Искусств (Wells Fargo Cultural Campus), предпочел новое название.

Помимо главного небоскреба, самого большого по площади и второго по высоте в Шарлотте, в комплекс квартала Искусств входят также 46-этажная жилая башня, Афроамериканский культурный центр, Исторический музей, Рыцарский театр и несколько других зданий. Доработкой проекта небоскреба Duke Energy Center и его осуществлением занималась фирма Batson-Cook Construction. Инженерную поддержку при строительстве оказывали специалисты TRC International Ltd., Сарасота, Флорида. Благодаря своим системам очистки воды, воздуха и энергосбережения, а также озеленению части кровли, небоскреб получил Платиновый сертификат LEED. А дополнительной изюминкой внешнего облика здания по праву считается фасадное покрытие, выполненное по проекту Gabler-Youngston Architectural Lighting Design. Существующие технологии позволяют отражать на фасадах ключевые моменты матчей, происходящих на близлежащем стадионе, в режиме он-лайн.

Естественно, что произошедшие в последние десятилетия общественные и экономические потрясения несколько замедлили общие темпы возведения новых небоскребов в США. По сравнению с предполагаемым ростом интереса к высотному строительству, весьма заметному в новом веке в некоторых других странах (в частности, Китае, ОАЭ и др.), Америка не стремилась подтвердить свое многолетнее лидерство в возведении небоскребов. По понятным причинам многие проекты были приостановлены



One Museum Park, Чикаго

или даже отменены. Однако кризис и прочие потрясения потребовали более тщательной проработки тех из них, которые все же решено было реализовать в последние годы. Это привело скорее к положительным результатам: во всех этих постройках применены инновационные технологии, соответствующие высочайшим мировым стандартам.

С точки зрения архитектуры, новые здания не настолько обогатили Америку, как следовало бы ожидать, поскольку многие смелые предложения были урезаны по экономическим причинам уже в процессе строительства. Однако это, в свою очередь, стимулировало архитекторов к большей изобретательности и изощренности при доработке проектов. В итоге, американское высотное строительство последнего десятилетия сумело привести в мировую палитру небоскребов обилие разнообразных и ярких построек, обладающих несомненным технологическим совершенством и являющихся образцом продуманного подхода к наиболее эффективной эксплуатации высотных зданий. ■

ПОСТКЛАССИЧЕСКИЙ СИЛУЭТ МАНХЭТТЕНА

В феврале 2011 года в Нью-Йорке был официально открыт небоскреб, построенный по проекту Фрэнка Гери (Frank Gehry) – New York by Gehry. А в июне того же года его назвали лучшим высотным зданием обеих Америк за 2011 год по версии CTBUH.

Материалы предоставлены Gehry Partners, LLP

Высота New York by Gehry – 870 футов (примерно 265 метров). 76-этажный небоскреб расположен к югу от здания городской мэрии и Бруклинского моста на 8 Spruce Street. Постройка признана самым высоким жилым зданием в западном полушарии и по своей форме и высоте чем-то напоминает Aqua, новый небоскреб в Чикаго. Строительство началось в 2006 году; под крышу здание возвели в ноябре 2009 года и окончательно завершили в начале 2011-го. Несмотря на то, что строительство велось достаточно быстро, на время реализации этого проекта пришлось немало событий. На первоначальной стадии Beekman Tower, так вначале называлось здание, вызвал негативную

реакцию нью-йоркцев, которые боялись, что башня испортит силуэт города (напрашивается аналогия с Санкт-Петербургом). Однако, в отличие от города на Неве, мнение скептиков не превысило числа положительных откликов, и строительство было продолжено. Затем грянул кризис, но все же 10 февраля 2011 года состоялась церемония открытия башни, незатейливо переименованной в соответствии со своим адресом в 8 Spruce Street, а затем получившей и нынешнее название.

Комплекс New York by Gehry расположен на участке в 4087,7 кв. м в районе Нижнего Манхэттена, между Spruce Street на севере и Beekman Street на юге. Обе – и восточная, и западная – части здания украшены входящими в комплекс декоративными





Бассейн

озелененными площадками, открывающимися на улицы William и Nassau. Западная площадь с ландшафтным оформлением предваряет парадный вход в здание, здесь же расположен подъезд для автомобилей и пешеходные дорожки. Как уже сказано, высотка находится недалеко от городской мэрии и окружающего ее прекрасного парка. Ее ближайшими соседями стали Бруклинский мост и знаковое здание Woolworth, построенное по проекту Касса Гилберта (Cass Gilbert). Небоскреб New York by Gehry

стал не только новым городским ориентиром, но и дал столь необходимое многофункциональное пространство для жителей этого района Нью-Йорка.

Несущий каркас здания построен из монолитного железобетона, фасадные конструкции выполнены из стали и стекла. Небоскреб предназначен для смешанного использования, в нем помимо 903 жилых блоков находятся различные общественные заведения. Первые пять этажей заняты открывшейся в начале этого года общеобразовательной муниципальной школой, принадлежащей городскому Департаменту образования. Она занимает 9300 кв. м, учатся в ней примерно 600 человек. Школа включает в себя все уровни обучения, начиная от подготовительной группы детского сада и до выпускного класса. Для Нью-Йорка это не характерная ситуация, обычно там сосуществуют школы двух типов: с образованием до 8 класса включительно и – высшие, до 12-го. Здесь же – единый учебный комплекс. Этажи, принадлежащие школе, облицованы традиционным красным кирпичом. На части несущей конструкции, которая служит крышей четвертого этажа, обустроена открытая игровая детская площадка площадью 460 кв. метров.

Следующий за школой этаж занят отделениями Нью-Йоркской Центральной городской больницы. Ее помещения занимают 2300 кв. м, а также имеют собственную подземную общественную парковку. С западной и восточной сторон к зданию прилегают свободные от транспорта зоны с предприятиями розничной торговли. Невзирая на престижность места, они отданы под обычные магазины, химчистки и аптеки, а не дорогие бутики типа Jean Georges или Chanel.

Выше расположились 903 блока прекрасного современного жилья на разные вкусы и кошелки, упакованные, в отличие от скромной кирпичной облицовки школьных этажей, в нержавеющую сталь. Эти этажи занимают жилые секции, предназначенные только для аренды, квартиры в этом доме нельзя приобрести в собственность.

Гери начал разработку проекта с использования классических пропорций, характерных для архитектурных традиций нью-йоркских небоскребов, типичной конфигурацией которых является форма высокого свадебного торта. Автор применил эти основные принципы для создания начального объема здания. В результате, постройка представляет собой три больших восьмигранных металлических цилиндра, вставленных друг в друга. При этом сами цилиндры выглядят как бы деформированными, помятыми. Этот эффект достигнут благодаря тому, что по требованию заказчика Гери разместил в каждой жилой ячейке эркеры. Но вместо того, чтобы выровнять их по вертикали, он немного выдвинул их среднюю часть вперед, углы задвинул внутрь межэтажных перекрытий и скорректировал их размеры так, чтобы получился прихотливый рисунок неровной поверхности. После ряда исследований Гери понял, что такая конструкция будет созда-

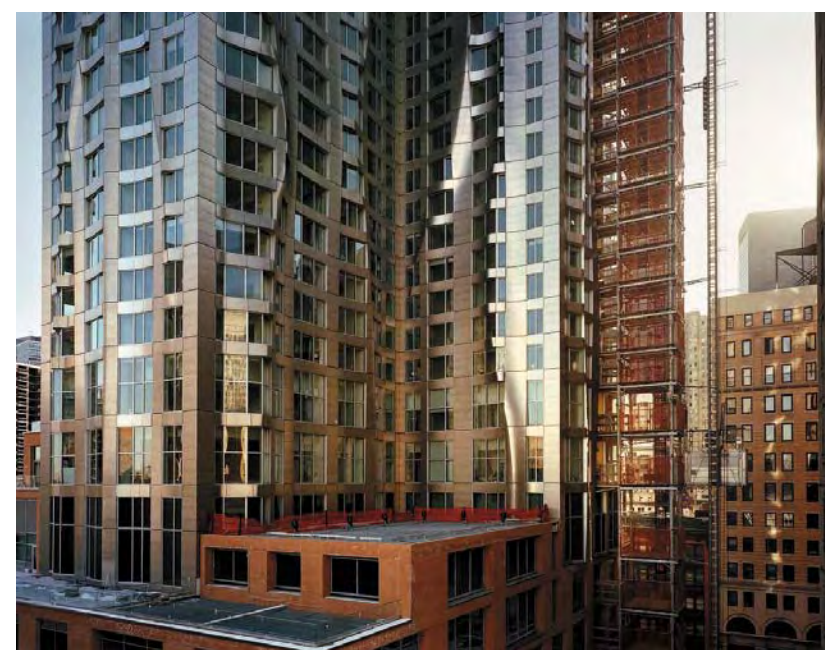


вать иллюзию драпировки фасадов здания легким занавесом, колышимым ветром. В дальнейшей разработке проекта он делал упор на то, чтобы подчеркнуть этот волнообразный эффект. В результате, волны из нержавеющей стали отражают игру света на поверхности фасада, постоянно меняя облик небоскреба в течение дня.

У семи сторон башни похожая конфигурация, а ее южная стена имеет вид гладко срезанной плоской поверхности, что контрастирует с изгибами остальных фасадов и усиливает общую скульптурность композиции.

Как уже упоминалось, башня одета в плоские и волнообразные панели из нержавеющей стали. Пятиэтажное основание облицовано традиционным кирпичом. Подобное решение подиума было задумано для того, чтобы небоскреб органично вписался в окружающий его архитектурный пейзаж старого Манхэттена. При разработке дизайна Фрэнк Гери делает акцент на более изысканные текстуры, синтезируя все новейшие достижения цифровой эпохи. Используя в разработке проекта компьютерное моделирование, он смог добиться высокого качества конструкции при сравнительно незначительных затратах. Фасады состоят из 10 500 отдельных стальных панелей, почти все они разной формы, так что при перемещении вокруг здания его восприятие постоянно меняется. Воздействие необычного дизайна еще больше усиливается от сравнения небоскреба с соседним творением Касса Гилберта (Cass Gilbert) Woolworth Building, стальной рамочный каркас которого одет в неоготические панели из терракотового известняка, отражая самое начало эпохи новых технологий.

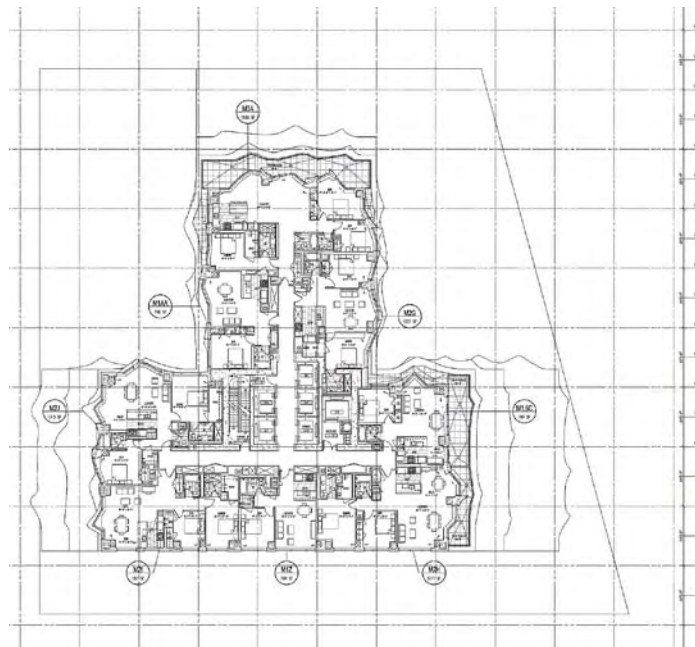
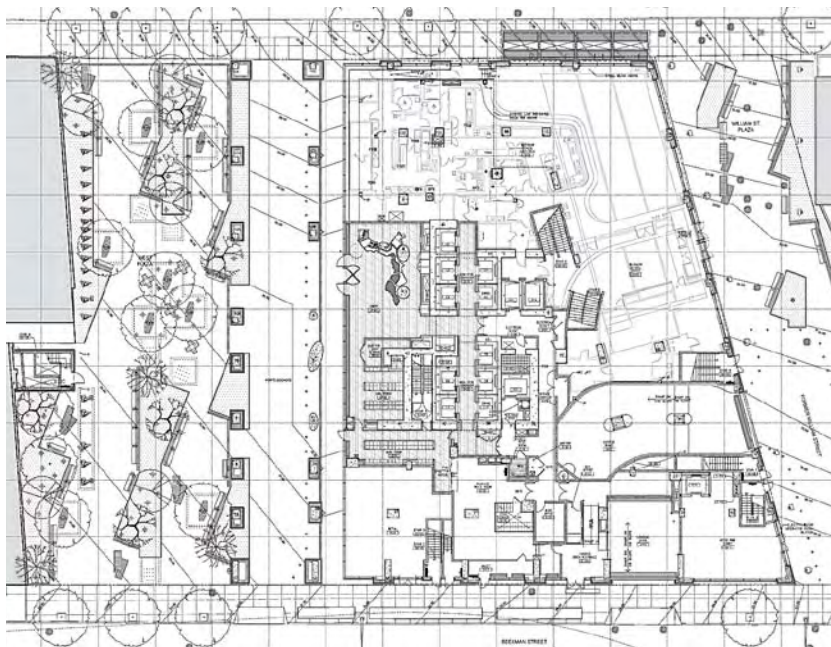
Из-за волнообразных изгибов семи фасадных стен каждый этаж башни, так же как и каждый жилой блок, выходящий на эти стороны, будет иметь отличную от своих соседей конфигурацию внутреннего пространства. На поэтажных планах можно увидеть произвольную подборку более чем двухсот оригинальных проектов для студий, двух-, трех-



и четырехкомнатных квартир. Диапазон предлагаемого жилья довольно широк – от 41,8 кв. м студий до 158-метровых апартаментов с тремя спальнями в верхней части башни. При проектировании интерьера квартир дизайнеры компании Gehry Partners максимально использовали предоставленные уникальные условия: большие, от пола до потолка, панорамные окна, обрамляющие великолепные виды, удобно обустроены специальными сиденьями по периметру широких эркеров, выступающие контуры которых и создают волнообразный рисунок на фасадах здания. При планировке этих жилых блоков дизайнеры Gehry Partners решали задачу максимально увеличить эффективное использование помещений, создав рациональные и удобные интерьеры с красивой отделкой и залитыми светом комнатами.

Виды, открывающиеся с каждого этажа, не разочаровывают в любое время года и суток. Хорошо знакомые очертания Woolworth Building на западе

Этап строительства



Полтажные планы
подиума и жилого этажа

контрастируют с захватывающей дух панорамой реки Гудзон. Все пять мостов Ист-Ривера и самые знаковые небоскребы центра города, в том числе Empire State Building и Chrysler Building, украшают виды с восточной и северной стороны высоты. С северной стороны также можно увидеть Центральный парк и мост Джорджа Вашингтона, а с южной и восточной Манхэттен предстает на фоне нью-йоркской гавани и Атлантического океана.

New York by Gehry предлагает своим жильцам и посетителям 2044 кв. м жилых и общественных

помещений, различные удобства и сервисное обслуживание, которые обычно доступны только клиентам лучших отелей. При этом потоки движения организованы так, что посетители муниципальных заведений не смешиваются с постоянными обитателями башни. Жильцы входят через обранный массивными кирпичными колоннами застекленный вестибюль. С западной стороны здания он имеет специальный въезд для такси и лимузинов, так что люди ощущают себя здесь скорее как в роскошном отеле, чем в классическом жилом

доме на Манхэттене. На крыше подиума арендаторы квартир могут поплавать в крытом бассейне, получить другие услуги.

Дизайн нижней части здания менее удачен, так как автор проекта должен был «посадить» башню на шестизэтажный подиум, в котором размещаются школа и больница. Это странное сочетание частных и общественных интересов стало скорее результатом хитроумной политической сделки, а не какой-либо очевидной выгоды, которую можно было бы получить от такого близкого соседства. Застройщиком New York by Gehry выступила национальная девелоперская компания Forest City Ratner, строительные работы осуществляла Kreisler Borg Florman.

Как самое высокое жилое здание в истории мегаполиса, башня словно олицетворяет преобразование его горизонта из символа американской торговли в отражение интересов отдельного индивидуума. Она нарушила традиционную для Нижнего Манхэттена атмосферу гонки за прибылью, за успехом любой ценой и своим присутствием словно напомнила о простых и вечных ценностях человеческого бытия. При дневном свете поверхность фасадов бороздят солнечные блики, а глубокие тени создают иллюзию стекающих по стенам ручейков воды. А если добавить к такому комфортному восприятию облика высоты еще и юные лица школьников, спешащих в эти стены, – картина станет еще гармоничней. Эффект еще более ощутим, если сравнить этот «текущий» небоскреб с неприступно-холодными стеклянными башнями 80-х годов, обступающими его с южной стороны. New York by Gehry – первое постклассическое здание на горизонте Нью-Йорка, и хочется верить, не последнее. ■

Фрэнк Гери – один из крупнейших зодчих современности, стоявший у истоков архитектурного деконструктивизма. Он родился в еврейской семье иммигрантов из Польши в 1929 году, окончил сначала университет Южной Каролины, а затем Гарвардский. Гери принадлежат самые известные образцы архитектуры деконструктивизма – музей Фредерика Вейсмана в Миннеаполисе (1993), обшитый титановыми листами музей Гуггенхайма в Бильбао (1997), концертный зал им. Уолта Диснея в Лос-Анджелесе (2003), а также «танцующий дом» в Праге (1995). Однако спроектированный им по заказу Пола Аллена Музей музыки в Сиэтле (2000) был не очень тепло встречен общественностью. Творчество Фрэнка Гери высоко оценено: он получил множество различных наград, в том числе, стал обладателем Притцкеровской премии, наиболее престижной в своей области, которой награждают за «значительный вклад в развитие человечества и создание антропогенной среды через искусство архитектуры». За последние пять десятилетий компания Gehry Partners, LLP, которой он руководит, разработала дизайн многих общественных и частных зданий в Северной Америке, Европе и Азии. Отличительной чертой работ мастера стал особый акцент на создание построек, удобных для их обитателей, а также на их органичное существование в культуре страны и в контексте местности, где они располагаются.



БАШНЯ ПЯТИ ОЗЕР

AQUA TOWER

Архитекторы: Джинни Ганг, Джим Ловенберг (Jeanne Gang, Jim Loewenberg, Studio Gang Architects и Loewenberg Architects)
Главный конструктор: James McHugh Construction Co
Застройщик: Magellan Development
Основной подрядчик: Case Foundation
Консультант по геотехнике: Ground Engineering Consultants Inc.
Тип здания: небоскреб
Этажность: 82
Высота: 261 метр
Функциональное назначение: гостиница, жилье
Гостиничные номера: 334
Виллы: 718
Апартаменты: 474
Кондоминиумы: 264
Общая площадь: 184 936 кв. м
Стоимость: \$475 млн
Статус: построено

Среди построенных в Америке в последнее время небоскребов особое внимание привлекает Aqua. В 2009 году он получил престижную награду Международного банка данных Emporis и был назван лучшим высотным зданием года, а в 2010-м отмечен дипломом международной премии International Highrise Award. Небоскреб также удостоен нескольких национальных и международных специализированных премий и наград за различные аспекты разработки здания и новаторские решения в области высотного строительства (Honor Award, Distinguished Building, AIA Chicago, 2010; Proggy Award, 2009; PETA 2008 American Architecture Award). Еще одним достижением, на которое обычно обращают особое внимание, стал тот факт, что это самое высокое здание, построенное по проекту архитектора-женщины. Проект многофункциональной Aqua Tower разработан Studio Gang Architects, возглавляет которое Джинни Ганг.

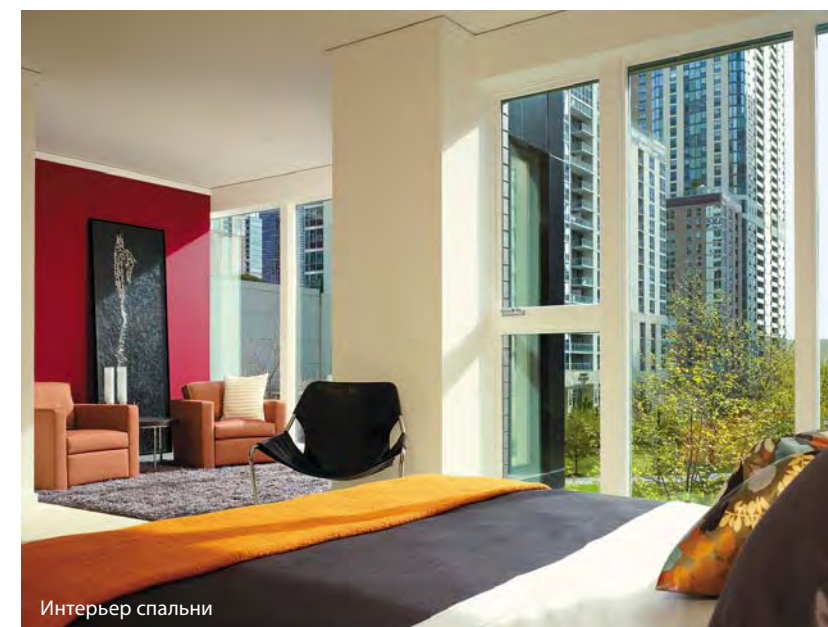
Материалы предоставлены Studio Gang Architects

В основу дизайнерской концепции легла идея представить стилизованную карту местности вокруг Чикаго – несколько здешних озер и характерные скальные известняковые породы, изъеденные ветрами и водой. Архитектурное переосмысление природного ландшафта Мичигана привело к появлению в 2009 году нового небанального высотного здания. Многочисленные балконы и террасы чередуются с массивами больших окон, которые придают башне прозрачность. Эти просветы, которые ассоциируются с водной гладью, напоминают очертания пяти главных американских озер:

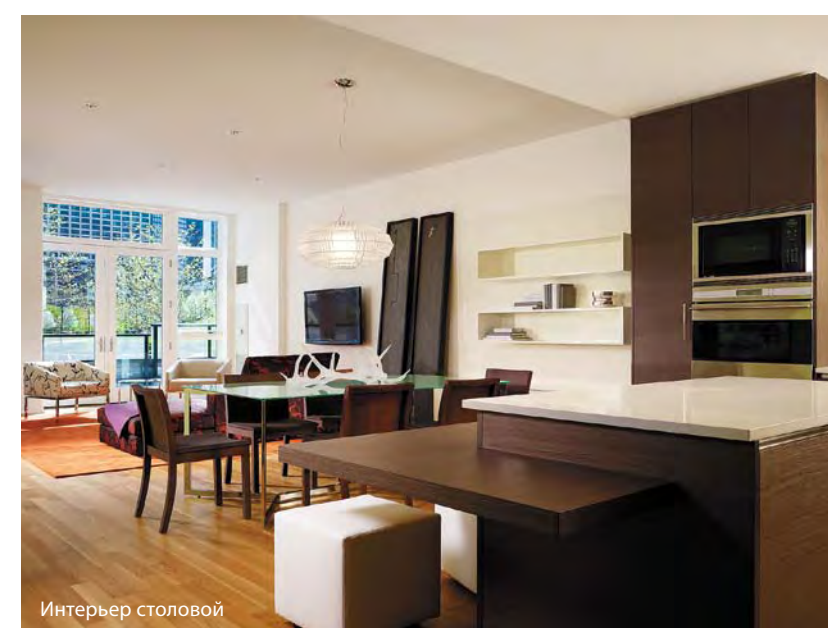
Мичигана, Онтарио, Верхнего, Эри и Гурона. Смелая архитектура Aqua больше напоминает массивную скульптуру, а не жилое строение, расположенное в переполненном центре города, его экстерьер разительно отличается от любого другого дома в Чикаго. А вот имя, навеянное волнообразными формами балконов башни и ее непосредственной близостью к озеру Мичиган, вполне соотносится с названиями окружающих зданий – «Прилив» (Tides), «Прибрежный» (Shoreham), «Регата» (Regatta) и т. д.

Небоскреб имеет прямоугольную форму: по сути, Aqua – это стандартная коробка из стекла и бетона, какие можно встретить повсеместно. Но выступаю-

Волнообразная пластика балконов



Интерьер спальни



Интерьер столовой

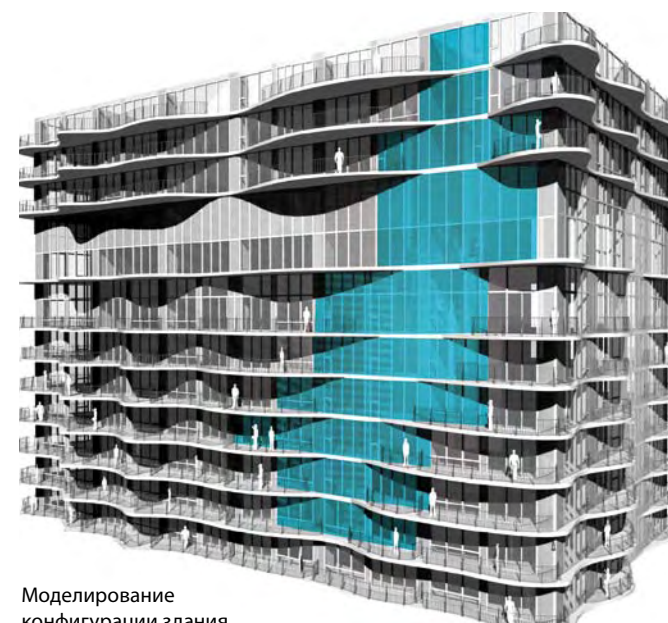


щие бетонные балконы напоминают волны или рябь на поверхности воды. Однако при строительстве это породило проблемы: из-за того, что межэтажные перекрытия имеют неправильную, уникальную для каждого этажа форму, процесс возведения здания был необычайно сложным. При этом наибольшую трудность вызывало сооружение именно самых маленьких балконов. Участки фасада, где балконы сходят на нет, строители называли «горящими зонами».

Многообразие форм перекрытий привело к различию размеров квартир и балконов. Тогда как некоторые балконы имеют ширину приблизительно 3,6 м, другие в пору измерять маленькой линейкой. Глубина балконов по периметру здания просчитана таким образом, чтобы ничто не мешало обзору окрестностей, а также с целью оптимизировать солнечный нагрев тех частей здания, которые в этом больше всего нуждаются.

Балконы отлиты под давлением 2268 кг/кв. м из бетона с воздухововлекающей добавкой и последующим эпоксидным покрытием арматуры. Межэтажные перекрытия простираются за пределы фасадных стен в виде своеобразных консолей более чем на 0,3 метра, создавая балконы и смотровые площадки. Для того, чтобы правильно разместить опалубку и получить точную конфигурацию изогнутых краев здания, конструкторы использовали глобальную спутниковую систему навигации. Компания McNHugh custom создавала эти балконные бетонные плиты на заказ.

Балконы отливались одновременно с плитами межэтажных перекрытий, что позволяло сохранять последовательность чередования изогнутых линий. Один этаж здания монтировался три дня с использованием стандартной опалубочной системы. При создании ядра из армированного бетона использовалась передвижная опалубка. Одновременно по



Моделирование конфигурации здания



периметру возводилась железобетонная колоннада, а поперечные стены монтировались на месте. Бетон закачивался в верхнюю часть здания при помощи насосной системы Putzmeister.

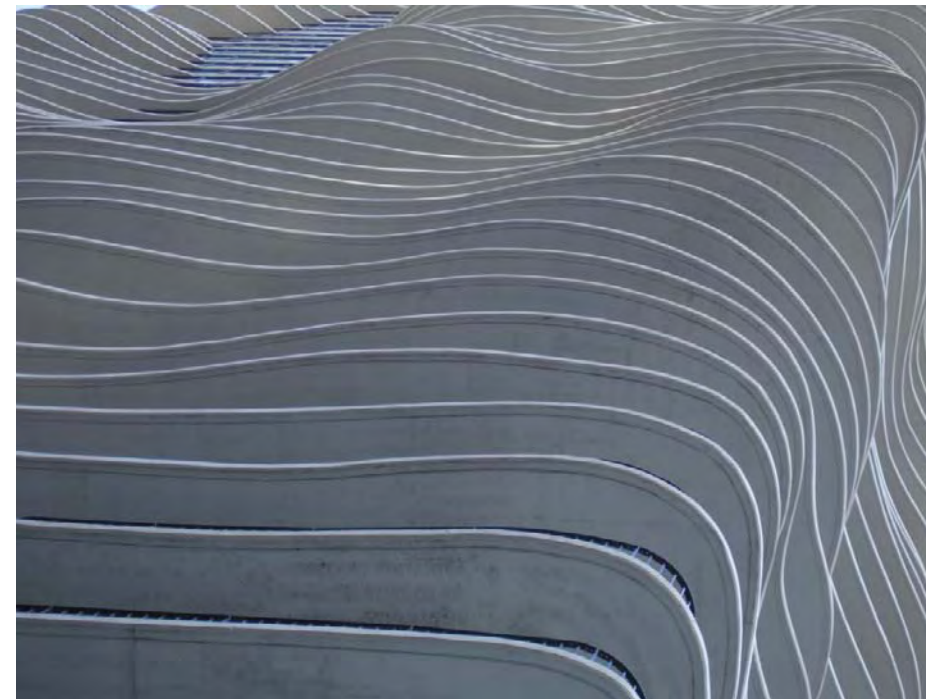
Толщина типовых плит перекрытий составляет около 30 см, а у балконных она варьируется. Там, где балконы прилегают к стене фасада, она больше, а со стороны ограждения – меньше. После того, как были сняты монтажные опорные стойки, на бетонные плиты балконов нанесли белое защитное эластомерное покрытие. Башня Aqua стала замечательной демонстрацией того, как творческий подход позволяет использовать бетон для создания не только прочной структуры, но и незаурядной архитектуры.

Фундамент здания представляет собой железобетонную конструкцию, состоящую из 31 основного кессона для горных пород, заложенных на глубине 34 метров и на 1,8 м уходящих в слой доломита. Они дополняются 274 утепленными в глине кессонами меньшего размера, колоколообразной формы. Кессоны имеют диаметр от 1,2 до 3 м и установлены в конусообразную скважину.

Aqua Tower поднялась на значительную даже для Чикаго высоту в 261 метр и, как и положено современному небоскребу, готова предложить самый разнообразный спектр использования своих замысловатых пространств. Здесь расположены 215 номеров отеля (18 этажей), 476 квартир (34 этажа), кондоминиумы (28 этажей) и пентхаусы, 5100 кв. м площадей отведено для торговых и офисных помещений, 6 подземных уровней заняты под парковку. На кровле – зеленые зоны с бассейнами и висячими садами, беговыми дорожками, пляжем, декоративным водоемом и смотровой площадкой с прекрасными видами. В цокольной части Aqua Tower, активно выдающейся в пространство улицы относительно основного объема здания, располагаются несколько конференц-залов и свободные общественные зоны, библиотека. Стоит отметить интересные детали: у отеля будет бальный зал площадью 1858 кв. м, а общая протяженность перил балконов здания составляет 11 265,4 метра.

Aqua – первое жилое высотное здание Чикаго, получившее Серебряный сертификат LEED. Экологичность является важным фактором в дизайне небоскреба. Волнистые, выдающиеся за пределы стен балконы максимально защищают интерьеры от солнечных лучей, а также выполняют и другие экологические функции, включая системы сбора дождевой воды и энергоэффективное освещение. Зеленая крыша станет крупнейшей в Чикаго. Помимо эстетической ценности, растительность на «пятом фасаде» борется с эффектом локального перегрева в жаркие летние месяцы за счет особенностей дренажной системы, которая собирает воду для ее орошения, а также снижает температуру окружающей здание среды.

Огромные, во всю стену окна открывают панорамный обзор города и окружающее пространство



Скальные известняковые породы

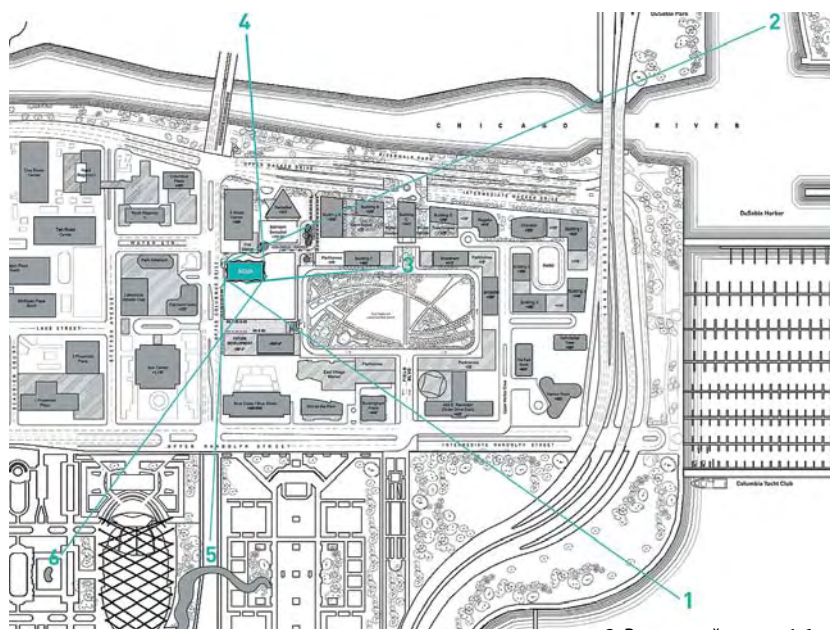
с прекрасными видами на озеро Мичиган, парк Миллениум, пирс и многое другое. Характерна элегантная и богатая отделка интерьеров нового жилого дома, в которой также использованы экологически чистые материалы. Бамбуковый паркет – это прочные полы из материала, который считается быстро возобновляемым ресурсом. Мозаичные плиты сделаны из переработанного стекла. Напольная и настенная плитка специально обработана, чтобы противостоять грибкам, плесени, грязи и жиру, таким образом, существенно снижая необходимость частоты очистки и использования сильнодействующих очистителей и химических веществ, влияющих на качество воздуха в помещении. Столешницы изготавливаются из сертифицированного экологичного непористого материала Greenguard, имеющего низкое излучение и также способного подавлять рост грибков, плесени и бактерий.

Здание башни удобно расположено, и жители могут добираться до работы, мест отдыха или развлечений без использования транспорта. Входы в Aqua выполнены с учетом ее многофункционального назначения и удобны как для постоянных жителей, так и для посетителей. К главному входу ведут аллеи, в то время как две величественные лестницы дают пешеходам возможность без проблем добраться с улицы Upper Columbus Drive к парку на нижнем уровне и выйти в сторону центральной части города и набережной. Дополнительное внимание при проектировании было уделено подземным уровням башни. Отсюда при помощи обширной системы подземных пешеходных переходов горожане могут пройти в рестораны, торговые и культурные центры, а также добраться до своих офисов в районах Loop и Magnificent Mile. ■

ДЖИННИ ГАНГ, ДИЗАЙН-АРХИТЕКТОР STUDIO GANG ARCHITECTS:

Дизайн Aqua формировался на основе органичного единства. Это здание имеет особые скульптурные формы и зрительно трансформируется в зависимости от дальности и угла обзора. Мы добились этого, создав серию контуров, образуемых открытыми террасами, которые простираются вдоль фасадов, позволяя охватить взглядом более обширную панораму окрестностей. Эти террасы, обволакивающие фасад, формируют скульптурные формы конструкции, переключаясь с окружающим город пейзажем, а также несут важную функциональную нагрузку. Конструкция стала захватывающим новым дополнением горизонта Чикаго. Этого нельзя было бы сделать еще десять лет назад, поскольку цифровые технологии еще не достигли необходимого уровня. Для возведения подобного здания требуется невероятное количество ноу-хау и координации в работе, а архитекторы порой настолько сосредоточены на проектной стороне процесса, что делают из нее фетиш. Я думаю, та общая деятельность, в которую мы были вовлечены на этом объекте, непосредственно отслеживая этапы строительства, помогла нам оценить и всю сложность работы на современной строительной площадке, и представить нашу профессию под несколько иным углом, нежели обычное сосредоточенное сидение в студии над 3-D чертежами. Конструктивная часть замысла сооружения возникла оттого, что я хотела выйти за привычные рамки. Я просто сказала себе: вот моя форма, как я могу ее сделать? Скорее даже: как строить? А затем мы разработали здание, органично вписанное в окружающий ландшафт и соответствующее высоким экологическим стандартам.

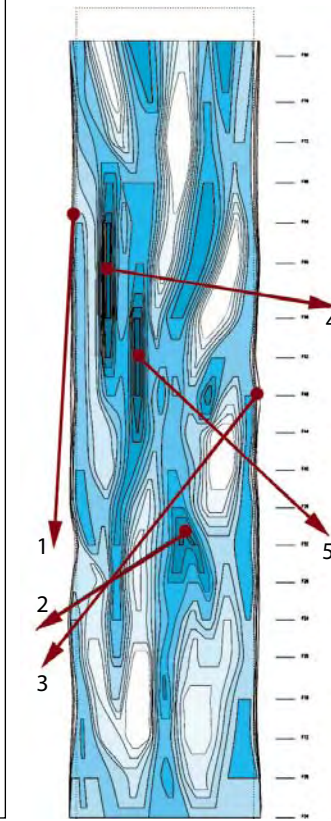
- Стилизованная карта местности
1. Парк Миллениум
 2. Скульптура «Небесные врата»
 3. Пешеходный мост
 4. Озеро Мичиган
 5. Гавань



Ситуационный план местности

1. Озеро Мичиган – 4,8 км
2. Пирс – 8 км

3. Восточный парк – 1,6 км
4. Северный берег – 1,6 км
5. Пешеходный мост – 3,2 км
6. Скульптура «Небесные врата» – 3,2 км



ЗЕРКАЛО ВРЕМЕНИ

Третий по населению город Японии (более 2 млн 660 тыс.) – Осака, расположенный в южной части острова Хонсю, близ устья реки Ёдо в заливе Осака, имеет древнюю историю. Несмотря на то, что статус города он получил в 1956 году, городское поселение возникло здесь не позже IV века н. э. Оно носило название Нанива и до периода Нара (710 – 794), когда каждый новый император переносил резиденцию в свой город, было самой первой столицей страны.

Материалы предоставлены компанией Nikken Sekkei

Осака – историческая торговая столица Японии, а в настоящее время – один из ее основных промышленных центров и крупнейших портов. Поэтому не удивительно, что известнейшая сеть магазинов в Японии – Hankyu Department Store – еще в 1929 году открыла здесь в здании Hankyu Building, недалеко от железнодорожной станции Hankyu Umeda Station, свой магазин. Hankyu Building простоял до 2000-х годов, затем владельцы сети приняли решение о его реконструкции и расширении для улучшения обслуживания посетителей. При этом перед проектировщиками было поставлено условие, что магазин продолжит свою работу несмотря на то, что обновлению подлежало все здание. Проект реконструкции разработан Ясунори Сиои (Yasunori Shioi) из компании Nikken Sekkei.

Hankyu Building – это комплекс из двух зданий, которые, в свою очередь, состоят из нескольких построек, возведенных в разное время на одном участке. Одно из них – собственно универмаг, а второе – построенная в 1977 году 127-метровая 32-этажная башня Hankyu Grand Building. Относительно новая, она реконструкции не подлежала.

Что же касается здания самого универмага, то его полностью снесли, чтобы построить новое. Для того, чтобы не прерывать работу магазина,

этот комплекс реконструировали в несколько этапов, с разделением на северную и южную части. Демонтаж южной начался в сентябре 2006 года, а к строительным работам приступили уже 2 февраля 2007-го. Несмотря на то, что площадь универмага в этот период уменьшилась примерно вдвое, владельцы приняли решение не переводить магазин на другую площадку, а продолжать работу в старом здании, уделяя первоочередное внимание удобству своих клиентов. После завершения строительства южного крыла магазины перешли с севера на юг и продолжили свою работу в новом помещении. Сегодня уже практически полностью завершён демонтаж северной половины, и здесь начаты строительные работы.

На отдельном этапе реконструкции в южной части возведена 41-этажная башня Umeda Hankyu Building, где для универмага отводятся несколько этажей подиумной части. Выше, в самой башне, разместятся офисы различных фирм. Кроме того, в здании есть обзорный вестибюль (Sky Lobby), служащий смотровой площадкой, и многофункциональный холл. При этом коэффициент использования территории (Floor Area Ratio) для данного проекта был увеличен с 1000% до 1800% в связи с тем, что данному участку властями был присвоен статус «Особый район градостроительной реновации».

Фото СС Осака/SS Osaka





Фото СС Osaka/SS Osaka



Фото СС Osaka/SS Osaka



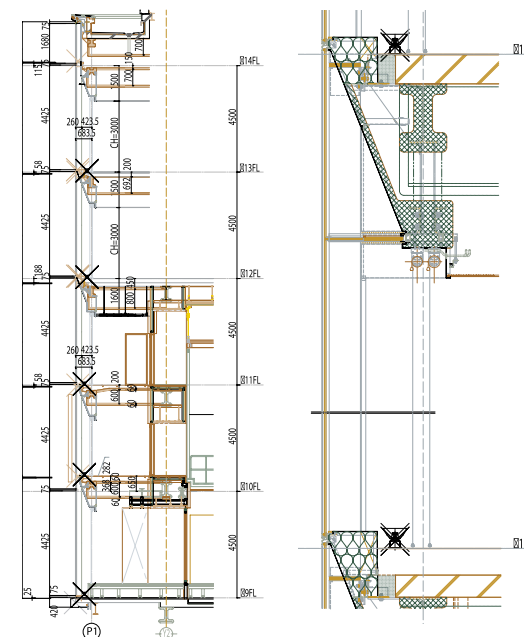
Фото СС Osaka/SS Osaka



Элементы декора здания

В новом офисном центре Umeda Hankyu Building планируется установить десять лифтов (пять – идущих с первого этажа по тринадцатый, и еще пять станут поднимать пассажиров и грузы с тринадцатого по сорок первый этаж). Причем это самые большие лифты в мире. Площадь каждого из них составляет около семи квадратных метров, сюда могут поместиться до 80 человек. Его грузоподъемность – 5250 килограммов. При этом во время путешествия в нем пассажиры смогут наслаждаться прекрасными видами Осаки: ведь одна из его стен сделана из прозрачного пуленепробиваемого стекла. Завершение всех реконструкционных и строительных работ планируется в 2012 году.

Хроника обновления универмага выгравирована на фасаде стилобатной части здания. Она отражает не только историю прошедшего столетия,



Слева: интерьер одного из магазинов и холл Umeda Hankyu Building

Внизу: разрезы стеклянного фасада с южной стороны здания



Фото СС Osaka/SS Osaka

но и представляет собой прекрасную мозаику, в которой изысканно сбалансированы элементы дизайна разных эпох. А ночью фасад излучает мерцающий свет, создавая неповторимый образ комплекса Umeda Hankyu. По замыслу архитекторов, облик здания, с одной стороны, должен соответствовать сегодняшней жизни городского района Осака – Умеда (Umeda); а с другой – быть подчеркнута ностальгичным по стилистике, напоминающим о бесконечном течении потока времени...

Декор фасада содержит вертикальные и горизонтальные элементы художественного дизайна. Так, вертикально расположенный рекламный щит является очень существенным и эффектным элементом оформления здания: он зрительно разрезает поверхность стены, подчеркивая чувство устремленности башни вверх и уменьшая ощу-



Исторический фасад

щение массивности постройки. На фасаде словно возникает дополнительная стройная башня – рекламная.

Ритм округлых арок и горизонтальный навес придают небоскребу свободный и комфортный вид, образуют на поверхности стены тени, создающие иллюзию глубины. Экспрессия мягкого ритма формируется расположенными по горизонтали навесом и непрерывной цепочкой перфорированных окон на светло-желтой плиточной поверхности стены.

Круглые окошки работают как элементы, создающие визуальное напряжение: они идут по всей вертикали фасада, придавая верхней части здания впечатление легкости и блеска. Окна эффектно светятся по ночам и служат дополнительным источником поступления солнечного света днем. Округлые арки подиума и его облицовка символичным для Японии камнем маннари (Mannari Stone) создают впечатление величественной и сдержанной экспрессии и одновременно – изящества и упругости. Все вместе это прекрасно гармонирует с окружающими деревьями и делает вид башни весьма привлекательным.

Большой зал, созданный по проекту известного архитектора Тютя Ито (Chuta Ito), находится в конце арочного проема, обрамляющего главный вход. Непрерывная вертикаль круглых окон в восточном углу создает на поверхности стены восхитительный, приковывающий взгляд узор. ■



Вертикальный разрез здания



UMEDA HANKYU BUILDING
Владелец: Hankyu Corporation
Проектировщик: Nikken Sekkei Ltd., архитектор Ясунори Сиои
Расположение: 8-7 Какуда-тё, Кита-ку, г. Осака, префектура Осака, Япония
Площадь застройки: 17 465,64 кв. м
Площадь здания: 15 300 кв. м
Общая площадь этажей: 330 000 кв. м
Функциональное назначение: универсальный магазин, офисы, учреждения культуры и др.
Конструкции: сталь/железобетон/сталежелезобетон
Этажи: 41 наземный, 3 подземных
Высота здания: 186,95 м
Парковка: 718 машин
Сроки строительства: 2007–2012

Экологический рационализм King's Cross



King's Cross – один из самых интересных и значительных проектов реконструкции не только в Лондоне, Соединенном Королевстве, но и во всей Европе. Это самый крупный участок в центре столицы, находящийся в собственности одного владельца, для которого впервые за последние 150 лет был разработан единый проект застройки. Благодаря значительным инвестициям, реконструкция участка уже идет полным ходом.

Материалы предоставлены архитектурным бюро Wilmotte & Associes SA

В настоящее время здесь находятся 23 отремонтированных здания, общая полезная площадь которых составляет 315 867 кв. м энергоэффективных офисных помещений класса А. Каждое из них создано с учетом того, чтобы обеспечить своим обитателям комфортные и здоровые условия труда. Размер оборудованных офисных пространств колеблется в пределах от 1858 до 35 300 кв. м, площадь межэтажных перекрытий в них составляет от 370 до 4460 кв. м. Здания отличаются по форме, высоте и размерам, и каждое привносит в общий облик застройки свои уникальные черты, свою лепту в формирование общественной среды, добавляя свежую струю

в жизнедеятельность окружающих улиц и площадей. Все офисы создаются в полном соответствии стандартам BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).

Проект реконструкции построек разрабатывался разными архитекторами, в их числе – специалисты французской компании Wilmotte & Associes SA. Их здание станет знаковым ориентиром для всего участка новой застройки King's Cross и самым большим на площади Панкрас (Pancras Square). В комплекс входит 49 000 кв. м офисных и торговых помещений цокольного уровня. Фасад 13-этажного дома ступенчато отступает к югу, создавая две большие террасы, позволяющие не только любоваться видами Лондона, но и повысить комфорт-

ность прилегающих этажей. Благодаря дизайну и экологически чистым технологиям и материалам, здание имеет высокую степень энергоэффективности. В основе проекта – сочетание центрального атриума с двумя поддерживающими его ядрами. Форма межэтажных перекрытий дает широкий простор для эффективной организации офисных пространств.

В1 – одно из шести зданий, образующих зону городской застройки В, находящуюся в южной части района у церкви на King's Cross. Эта зона и, соответственно, само здание В1, находится в непосредственной близости от двух железнодорожных станций – King's Cross и St. Pancras и нескольких других объектов – здания немецкой гимназии (German Gymnasium) и разрушенного еще во время Второй мировой войны Stanley Building South.

Зона В очерчена несколькими ключевыми для этого района общественными местами и улицами. Она отличается интенсивным пешеходным потоком, направленным с севера на юг. Его маршрут пересекает центральную площадь Панкрас, которую обступает шесть зданий. К западу от зоны В проходит улица Pancras, очерчивающая восточный угол этого, а затем и более крупного участка застройки в районе церкви на King's Cross. Улица Pancras – это проходящая с севера на юг, вдоль недавно расширенного вокзала St. Pancras, крупная транспортная артерия, соединяющая King's Cross и магистраль Euston Road с районом Камден (Camden).

В зоне В будут располагаться преимущественно коммерческие офисные здания, как это и было определено планом массовой застройки. Рестораны и магазины займут первые этажи зданий, выходящих на площадь Панкрас и муниципальную велосипедную стоянку, что обеспечит комплексу активную жизнедеятельность и непосредственную связь с соседними объектами. Кроме того, в цокольном этаже здания В3 разместится центр досуга.

Земельный участок здания В1 имеет прямоугольную форму размером 43х92 метра, он расположен между сооружениями В3 и Е2 на западном рубеже зоны В. Строение непосредственно связано с четырьмя различными общественными зонами, а именно: Pancras Road, Pancras Square и двумя второстепенными улицами на севере и юге. Общая площадь внутренних помещений В1 составит 49 999 кв. м., включая торговые площади, рестораны и центр досуга на подземном уровне. Все зоны технического обслуживания, в том числе место для утилизации бытовых отходов, останутся в пределах опорной конструкции здания и расположатся в подвале.

Конфигурация дома, включая лестницы и технические помещения, расположенные вокруг центрального атриума, позволяет весьма эффективно использовать первый этаж, что дает возможность создать по его периметру коммерческую зону. Три блока могут быть разделены на несколько, изолированных или объединенных друг с другом,



в зависимости от нужд арендаторов. Вход в здание с западной стороны подчеркнут разделением фасадного объема за счет максимального заглубления дверного проема внутрь наружных стен, что акцентирует внимание на центральном портале. Фундамент оформлен карнизом из бронзового сплава, окаймляющего и портал центрального входа.

Оба входа со стороны западного и восточного фасадов ведут в 21-метровый центральный атриум, к которому примыкают два ядра, содержащие основные средства вертикальной циркуляции: лифты, пожарные лестницы, а также туалеты. Офисы (шириной 13,5 м) с 1 по 8 этаж расположены вокруг атриума. Таким образом, общая организация внутреннего пространства демонстрирует надежный, легко поддающийся перепланировке высокоэффективный дизайн конструкции. Свободно стоящие колонны, размер межэтажных перекрытий и высота этажей не только позволяют глубоко проникать солнечным лучам, но также и делить помещения на отдельные блоки, в зависимости от потребностей арендаторов.

Замысел композиции здания В1 основывается на идее создания конструкции, которая отражает

Фасад здания с западной стороны подчеркнут разделением фасадного объема за счет максимального заглубления дверного проема внутрь наружных стен, что акцентирует внимание на центральном портале.



Макет северного фасада

и интерпретирует особый характер этого участка в современном, экологически продуманном, максимально функциональном стиле. Подобный подход заставляет его создателей концентрировать внимание даже на мельчайших деталях проекта. Основным строительным материалом является сталь, из которой создается прочный каркас, в который затем помещается внутренний слой глинобетона. Соединение этих двух материалов

отражает рациональный, уверенный подход к разработке фасадов, продолжающих лейтмотив окружающего уличного пейзажа, заданный близлежащими железнодорожными станциями.

Металлическая панель наверху, образованная конфигурацией верхних этажей, контрастирует с глиновидной фактурой главного фасада, акцентируя внимание на верхней части здания. Используя U-образную форму массивного фундамента, фасад демонстрирует неоднородность глубины и текстуры, в зависимости от угла обзора. Металлические профили рамочной конструкции образуют фасадные модули различной глубины, контрастирующие с изломами остекленных участков облицовки. В верхней части здания несущая конструкция образует несколько карнизов. На среднем уровне карнизы вертикальных ребер служат практическим целям, обеспечивая защиту от солнца.

Верхняя часть здания B1 была смоделирована так, чтобы вписать его в контекст окружающей застройки. На уровне 7 этажа фасад сдвинут внутрь, образуя широкий 2-метровый балкон, а на 8 этаже с южной стороны имеется еще один, более глубокий сдвиг – уже на 20 метров, за счет которого на крыше создается пространство для террасы. Доступ сюда осуществляется через восьмой этаж, а для того, чтобы офисные служащие могли с комфортом наслаждаться пейзажем, ландшафтные дизайнеры предусмотрели скамьи. На уровне 11 этажа фасад еще одной ступенью сдвигается вглубь на 15 м, образуя еще 2 террасы, примыкающие к крыше центрального атриума. Северная часть несущей конструкции не претерпела подобных трансформаций, здесь офисы 10 и 11 этажей соседствуют с техническими помещениями, расположенными в этой части здания.

Террасы разделяют на ряд зон, позволяющих разместить здесь различные виды зеленых насаждений. Помимо чудесных видов на окружающие здание кварталы и площадь Pancras Square, террасы будут красиво освещаться лучами заходящего солнца. Кроме озеленения, создатели планируют разместить в этом тихом месте гнезда для птиц и летучих мышей, а в дальнейшем и пчелиные ульи.

Подобная конфигурация создает уступ, который примыкает к части B6 с северной стороны. Их соединение образует сложный ломаный силуэт, усиливая интерес зрителя к верхней части здания, а также защищает офисы от прямых солнечных лучей, в то же время позволяя свету достигать уровня земли. Металлические экраны будут использоваться как для маскировки технических отсеков, так и для защиты от солнца открытых участков офисных помещений.

Со стороны восточного фасада здание состоит из двух этажей, верхний отдан под коммерческие помещения, а первый уровень, включающий офисные блоки, обрамлен порталом из металлического каркаса. Эта архитектурная трактовка позво-

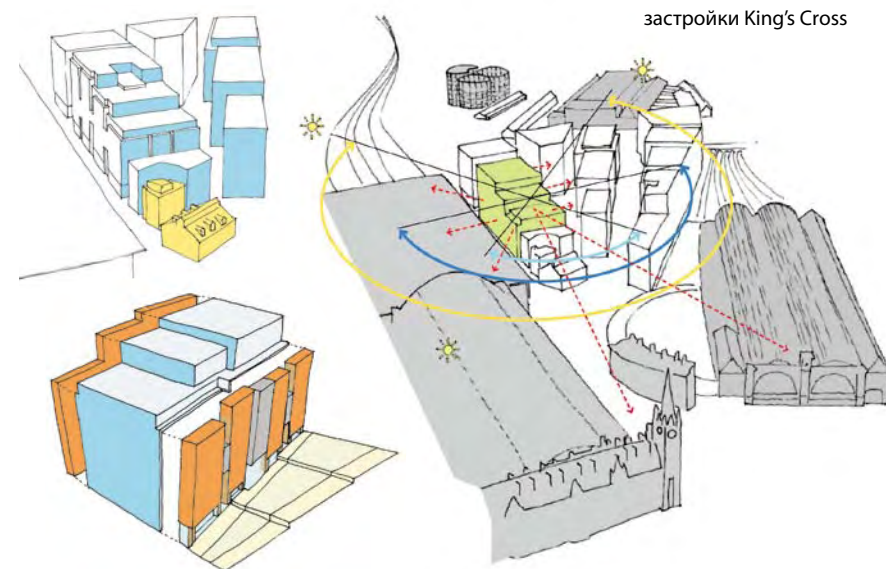


Участок новой застройки King's Cross

ляет использовать эти два этажа по различному назначению, адекватно реагируя на потребительский спрос.

Строительство B1 будет важным компонентом реконструируемого участка застройки, расположенного южнее церкви на King's Cross, и оправдает надежды на успешную реализацию плана комплексного развития этого района. Представленные предложения демонстрируют всеобъемлющий подход к задачам экологической рациональности и низкого энергопотребления и вместе с конструктивными элементами направлены на оптимизацию и поддержание на должном уровне минимально негативного воздействия на окружающую среду. Проект четко формулирует твердое убеждение заказчика и команды дизайнеров в том, что постройка должна стать образцом экологичного здания и эталоном бережной эксплуатации окружающей среды в целом.

В здании B1 используются высокоэффективные системы ограждающих конструкций, а дизайн направлен на достижение оценки «отлично» по стандартам BREEAM. Таким образом, B1 будет хорошо сочетаться с соседними как старыми, так и новыми постройками и способствовать общему



гармоничному развитию этой части города. В этом смысле, дизайн B1 был изначально направлен на то, чтобы здание стало одной из самых узнаваемых и знаковых построек района Кингс-Кросс и внесло свой позитивный вклад в общий архитектурный контекст города, задавая видимый уже с первого взгляда новый высокий стандарт качества. ■

Эволюция дизайна проекта

ЖЕ ДЕ КА

КОМФОРТА И СТИЛЯ

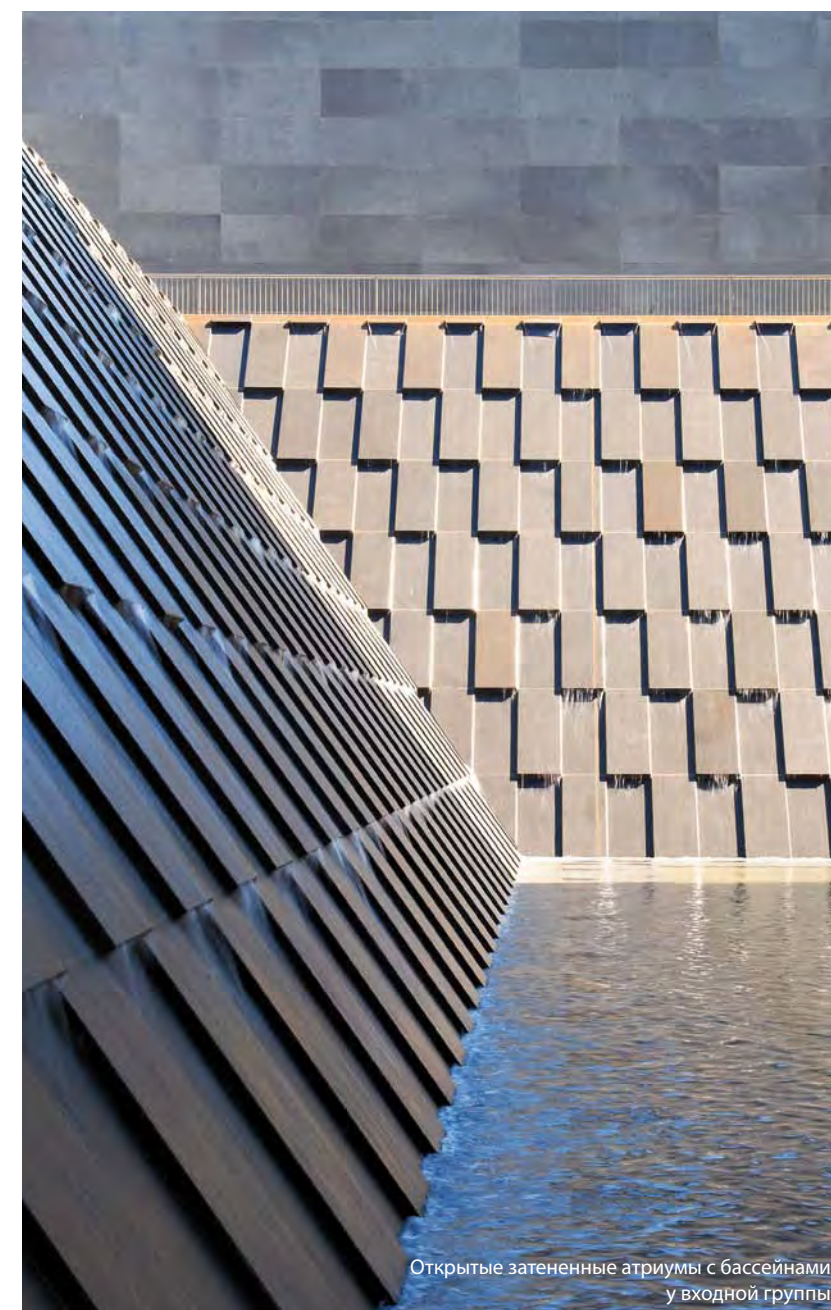
Столица небоскребов – Дубай пополнилась еще одним знаковым сооружением. По версии Совета по высотному строительству и городской среде обитания (CTBUH), лучшим небоскребом Ближнего Востока и Африки признана башня The Index, возведенная здесь по проекту английского архитектурного бюро Foster + Partners. Член жюри Наградного комитета Вернер Собек отметил, что «The Index представляет собой новый символ экологического здания Ближнего Востока».

Материалы предоставлены архитектурным бюро Foster + Partners, фото Найджел Янг/Foster + Partners

Компания Foster+Partners плодотворно работает на архитектурном рынке, проектируя здания по всему миру. По мнению создателя компании лорда Нормана Фостера, архитектура создается для удовлетворения потребностей людей. Она должна нести оптимизм, удобство и уверенность. Башня The Index (первоначальный вариант названия – One Central Park) стала продолжением поиска компанией архитектурных форм небоскребов XXI века. Преданность искусству и науке позволила архитекторам Foster + Partners создать еще один знаковый объект: здание The Index служит примером этой впечатляющей работы.

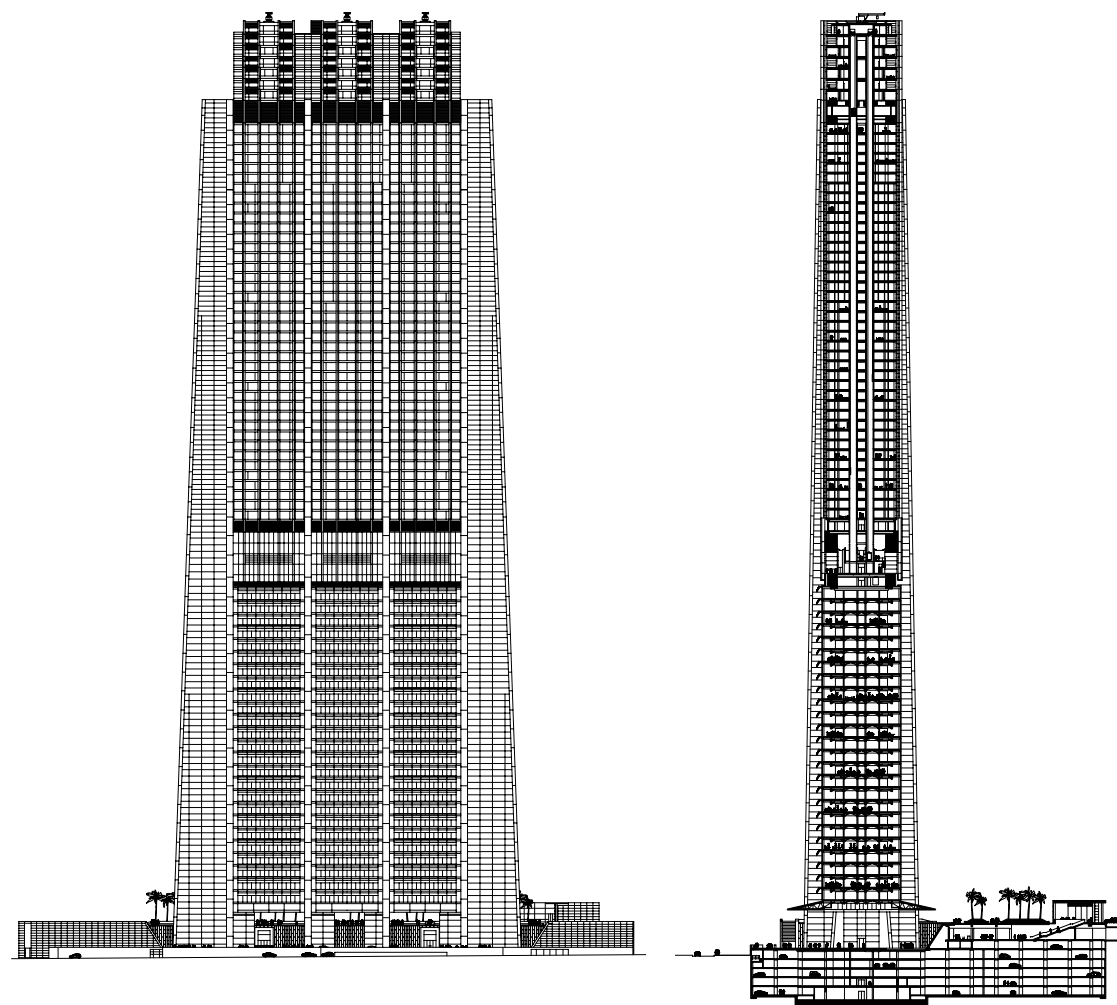
Из семи эмиратов, входящих в состав ОАЭ, Дубай – первый по численности населения и второй по площади. Он расположен на самом южном мысе Персидского залива, где пустыня дала жизнь великоллепному мегаполису, который позиционируется как один из наиболее значимых городов мира. Дубай предоставляет своим постоянным жителям и гостям телекоммуникации мирового уровня, превосходную инфраструктуру и полный ряд высококачественных социальных услуг. The Index, которая должна играть роль эталона для зданий в этом регионе, имеет определенную адаптивность, что необычно для традиционных небоскребов, которые часто вступают в диссонанс с существующим окружением.

Лучшие архитектурные проекты представляют гармоничный синтез элементов, составляющих строение в целом: структуры, которая его держит; технического оснащения, позволяющего ему функционировать; экологичности, включая естественные вентиляцию и освещение; состава используемых материалов, массивности или легкости их фактуры; сочетания организации внутреннего пространства и внешней формы; соотношения с окружающей застройкой и того, как здание обозначает свое присутствие в городе или в сельской местности. Foster + Partners исполь-



Открытые затененные атриумы с бассейнами у входной группы

Продольный и поперечный разрезы здания



Ситуационный план



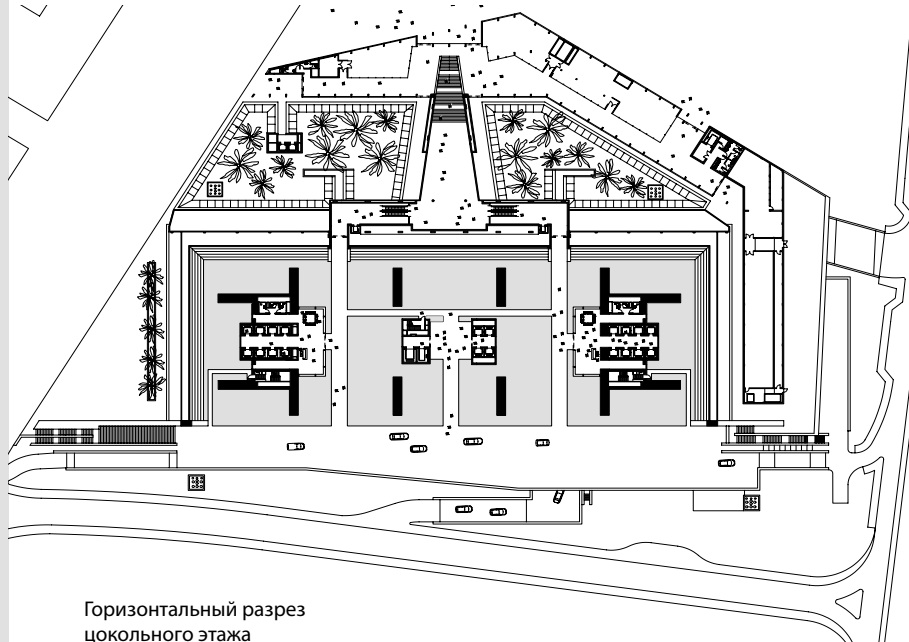
зует эту философию, чтобы создать максимально комфортное пространство в рамках имеющихся технологических возможностей. Они руководствуются не только целью соотношения формы и функции, но и заботой о благополучии корпоративных и частных клиентов.

328-метровое 80-этажное многофункциональное здание The Index расположено в центре Дубая на элитной угловой площадке Международного финансового центра (DIFC), проект которого был разработан известным архитектором Эриком Кюне (Eric Kuehne). DIFC протянулся вдоль главной магистрали города Sheikh Zayed Road, куда приблизительно за двадцать минут можно добраться из международного аэропорта Дубая. Являясь свободной экономической зоной, DIFC стремится быть общепризнанным региональным центром для капитала и инвестиций. Это позволяет привлечь наиболее крупные финансовые и инвестиционные компании мира.

The Index ориентирована таким образом, чтобы с запада открывался максимальный обзор на Международный финансовый центр, береговую линию и пустыню за пределами города. Вытянутый, но плоский силуэт башни представляет собой связанную, хорошо развитую форму. Дубай считается одним из самых жарких городов мира, даже по сравнению с Абу-Даби. Поэтому при проектировании небоскреба большое внимание было уделено теплозащитным свойствам. Снизить нагрев здания от солнечного света позволяет само его расположение на площадке. С восточной и западной сторон, где солнце находится большую часть дня, фасады спроектированы более узкими, что не только уменьшает их нагрев, но и снижает интенсивность проникающего внутрь света. На открытом пространстве южной стороны башни размещены специальные защитные экраны. Кроме того, по всей длине южного фасада расположены затеняющие консоли, которые блокируют попадание внутрь здания прямых солнечных лучей. Тем не менее, уменьшение глубины помещений и отсутствие несущих конструкций во внутреннем пространстве позволяют офисам получать хорошее естественное освещение: достаточно солнечного света пропускают и большие окна от пола до потолка. Подобная структура здания и его расположение в пространстве позволяют также уменьшить количество

328-метровое
80-этажное
многофункциональное
здание The Index
расположено
в центре Дубая
на элитной площадке
Международного
финансового центра





Горизонтальный разрез
цокольного этажа

THE INDEX (ONE CENTRAL PARK)

Расположение: Дубай, ОАЭ

Клиент: Union Properties

Архитекторы: Foster + Partners в сотрудничестве с Khatib & Alami
(после завершения контракта с Woods Bagot)

Руководитель проекта: Edara Confluence

Консультант по расходам: Currie & Brown

Инженеры-проектировщики: Halvorson and Partners

(после завершения контракта с BG & E)

Инженерия: Roger Preston & Partners (после завершения контракта с WSP)

Строительство: 2005 – 2010

энергии, необходимой для кондиционирования небоскреба и работы технического оборудования. Облицовка здания также предусматривает защиту от неблагоприятных климатических воздействий.

Оригинальная внешняя форма башни отражает ее структурную схему и организацию внутренних пространств. Четыре больших сужающихся А-образных бетонных ребра опираются на восточный и западный фасады, формируя основу структуры здания, в рамках которой находятся 25 уровней офисных помещений и 48 этажей жилых квартир. Верхний блок квартир поддерживается четырьмя уменьшенными А-образными ребрами с шагом 27 м, которые опираются на верх высотного строения.

Межэтажные перекрытия офисных этажей состоят из трех не стесненных колоннами свободных участков размером 27х27 м (шаг колонн каркасно-

го типа). Эти длинные большепролетные конструкции обеспечивают максимальную гибкость при планировании пространства этажа. Его устройство подходит для работы крупных международных и финансовых корпораций, а также может быть разделено на более мелкие отсеки, удобные для многочисленных арендаторов. Расположение здания позволяет любоваться величественными видами на растущий и развивающийся Международный финансовый центр с северной стороны и не менее интересный городской пейзаж с южной.

Башня имеет четкое функциональное зонирование: 48 верхних этажей отведены под жилье. Здесь разместились 520 элитных квартир, в том числе 12 пентхаусов. 25 нижних этажей занимают офисы. Конструктивной особенностью башни, заслуживающей отдельного упоминания, можно назвать полностью застекленный двухсветный вестибюль, разделяющий жилую и офисную зоны и целиком занимающий отдельный уровень здания, в котором расположились рестораны, бар, бассейн и оздоровительный клуб. А в самом низу, ближе к земле, – магазины. Так что здесь можно с комфортом жить, работать, делать покупки и развлекаться.

Особенно интересен подход к решению основания небоскреба – его ребра и ядро упираются в землю, в то время как остальное пространство преобразуется в открытые затененные атриумы с большими бассейнами, создающими прохладные оазисы с собственным микроклиматом вокруг входа в башню.

Цокольный этаж The Index хорошо озеленен. Здесь располагаются скульптурные водоемы и подземная автостоянка, куда можно попасть из четырехэтажного фойе. Основные лифты, которые обслуживают офисные этажи, расположены в восточном и западном углах башни. Еще одно небольшое центральное ядро лифтов предназначено для жилых этажей. Здесь можно подняться до двухсветного промежуточного вестибюля, разделяющего офисные и жилые уровни, откуда для резидентов здания имеется доступ к целому ряду объектов, в том числе к стойке администратора, холлу, ресторанам и фитнес-центру с бассейном. Внутренние лифты доставляют местных жителей к их частным апартаментам. Башню венчают 12 роскошных двухуровневых и трехуровневых пентхаусов (дуплекс и триплекс), откуда открываются прекрасные виды на Дубай. Всего в здании 16 пассажирских лифтов для офисных нужд, 4 высокоскоростных общих подъемника для жильцов здания и 4 частных, а также 2 грузовых лифта, обслуживающих офисные этажи, и 1 лифт поднимается до самого верха.

Концепция ландшафтного дизайна на уровне подиума четко соответствует окружающей природно-территориальной среде, включая продуманно оформленные бульвары и открытые пространства общественных и пешеходных зон Международного финансового центра. Просторные, элегантные искусственные водоемы у входа, вме-



Элемент фасада

сте с озеленением и затенением отдельных участков площадки, создают комфортную и расслабляющую обстановку. В ландшафтную зону органично вписаны высокочеловеческие рестораны, бары и кафе, которыми и днем, и вечером могут пользоваться как офисные служащие, так и жители здания.

Жерар Эвенден, старший партнер компании Foster+Partners, так прокомментировал этот проект: «Наш дизайн The Index призван удовлетворять множество различных потребностей: это здание должно быть прекрасным местом для работы и жизни, ориентиром этого финансового района, а также, что, возможно, наиболее значительно, – образцом устойчивого высотного здания, которое, несмотря на жаркий климат Дубая, будет потреблять меньше энергии, чем стандартные башни. Я очень рад, что в результате оно было высоко оценено нашими коллегами и получило столь важную награду». ■

Высота здания: 328 м

Количество этажей: 80

Площадь участка: 20 000 кв. м

Общая площадь:

офисы: 75 908 кв. м

жилье: 94 492 кв. м

Полезная площадь:

офисы: 57 625 кв. м

жилье: 78 719 кв. м

розничная торговля: 5985 кв. м

Апартаменты: 520 квартир,

из них:

• 264 двухкомнатные

• 208 трехкомнатные

• 36 четырехкомнатные

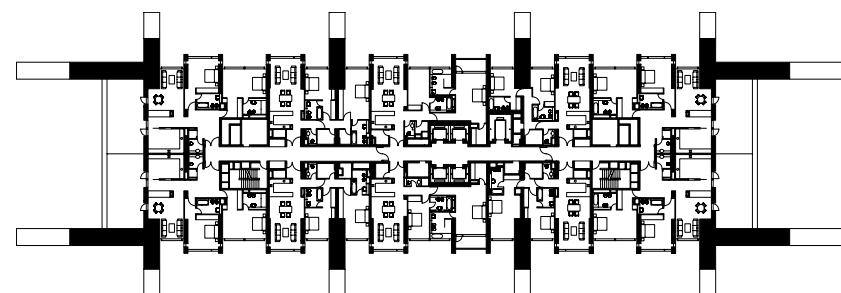
• 12 пентхаусов

Количество офисов: 1665

• 191 общественное помещение

Парковка: 2442 машиноместа

Поэтажный план



С восточной и западной сторон фасады спроектированы более узкими, что уменьшает их нагрев

Расцвет высотного строительства в США пришелся на первую треть XX века. Применение железобетона позволило возвести небоскребы, многие из которых по сей день остаются красивейшими и оригинальными сооружениями. Нью-Йорк активно застраивается небоскребами с 20-х годов прошлого столетия. Здесь построено свыше 5500 высотных зданий, из них 50 имеют высоту более 200 м. По количеству таких зданий Нью-Йорк уступает только Гонконгу.

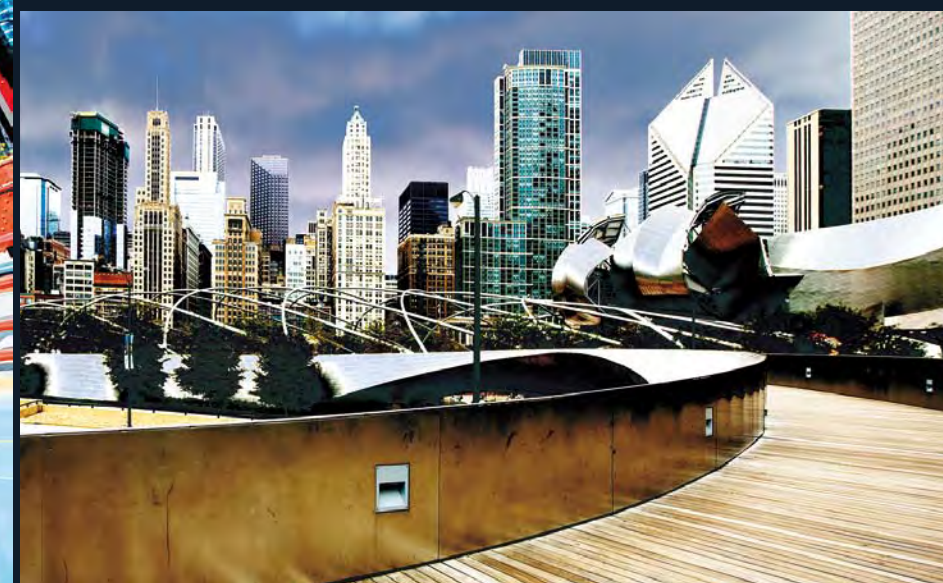
Фото АЛЕКСЕЙ ЛЮБИМКИН (artalex.ru)

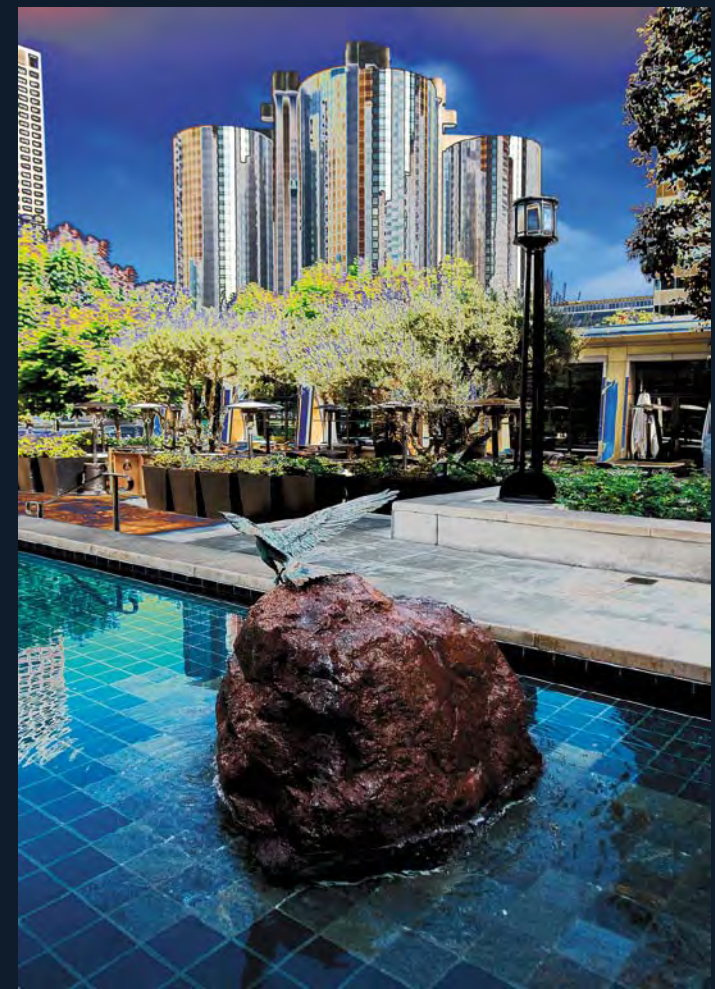
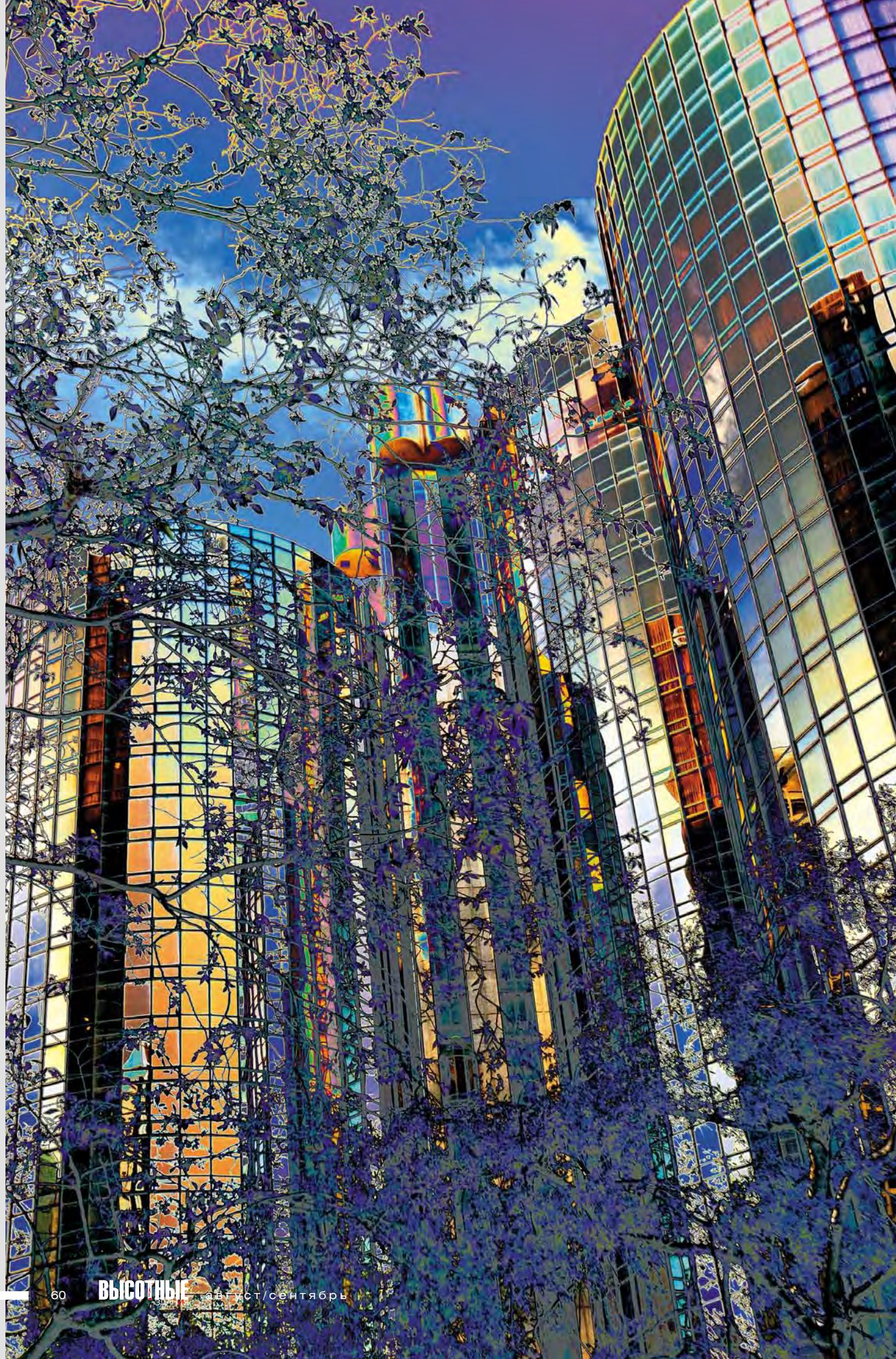


NEW YORK

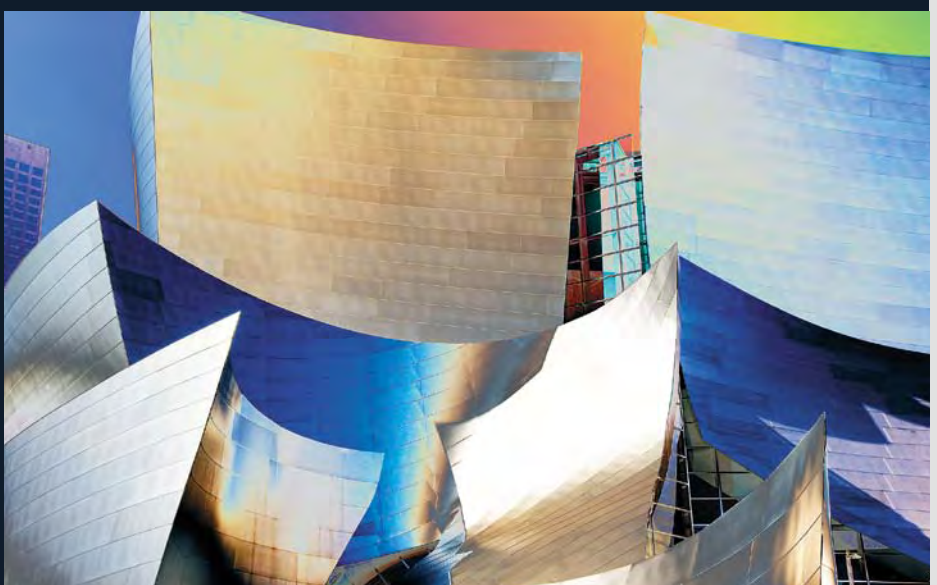


Чикаго – один из центров зодчества США, здесь можно изучать историю американского небоскребостроения: 5 из 10 самых высоких зданий в стране и 10 из 50 самых высоких в мире находятся в Чикаго, включая самое высокое здание страны – Willis Tower. Также здесь по проекту архитектора Сантьяго Калатравы строится Chicago Spire. Башня высотой 609 метров по форме напоминает сверло, всего в ней будет 150 этажей.





Лос-Анджелес считают прообразом современного американского мегаполиса. Для города характерны регулярная планировка и низкая плотность застройки. Высотные здания сконцентрированы в его центральной части (до 1956 года закон запрещал строить здесь дома выше 45 м). Современная архитектура представлена значительным разнообразием жилых, коммерческих и производственных зданий.





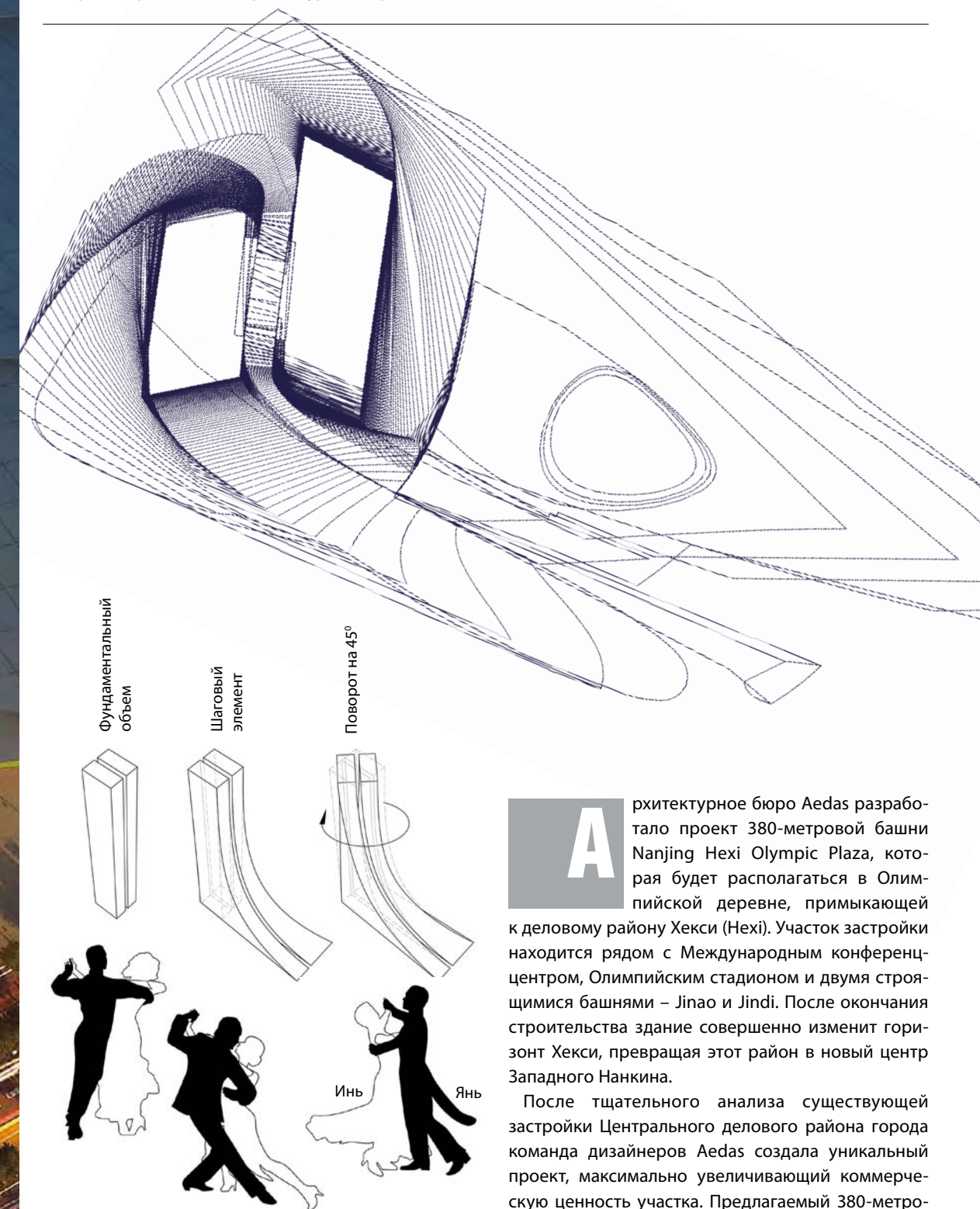
Основу современной архитектуры Нью-Йорка составляют небоскребы, то есть, здания высотой более 150 м. Архитектурный облик мегаполиса по праву ассоциируется со сверхвысотным строительством, развитию которого способствовали ограниченность территории (центр города расположен на острове), высокая цена земли, а также наличие прочных скальных пород, выходящих практически на поверхность (например, в Центральном парке).



В РИТМЕ ВАЛЬСА

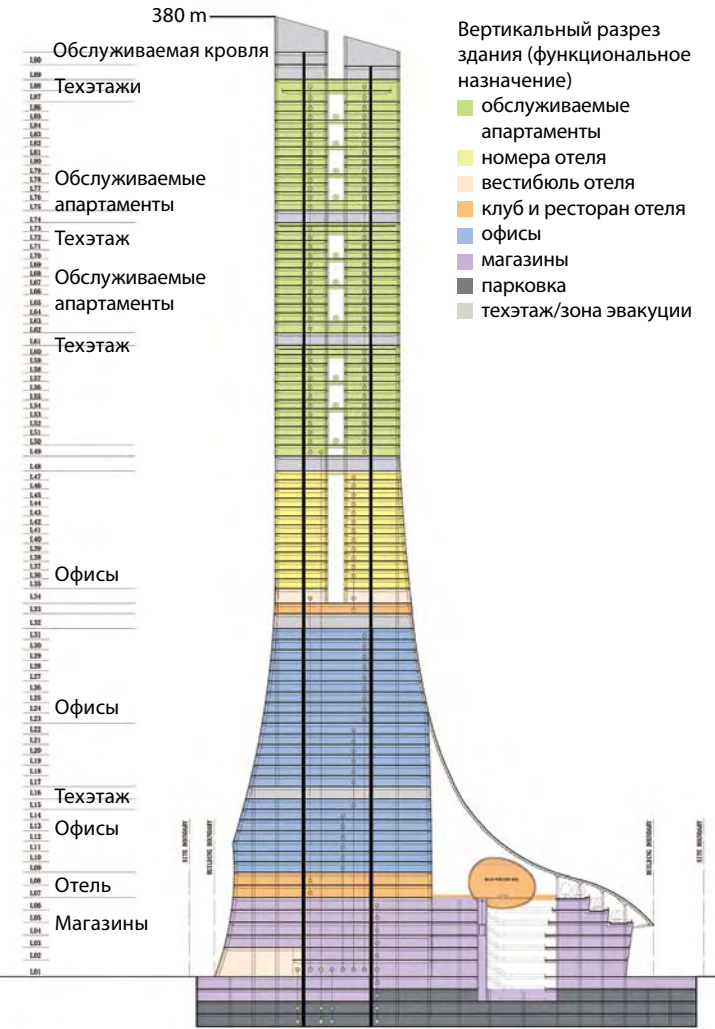
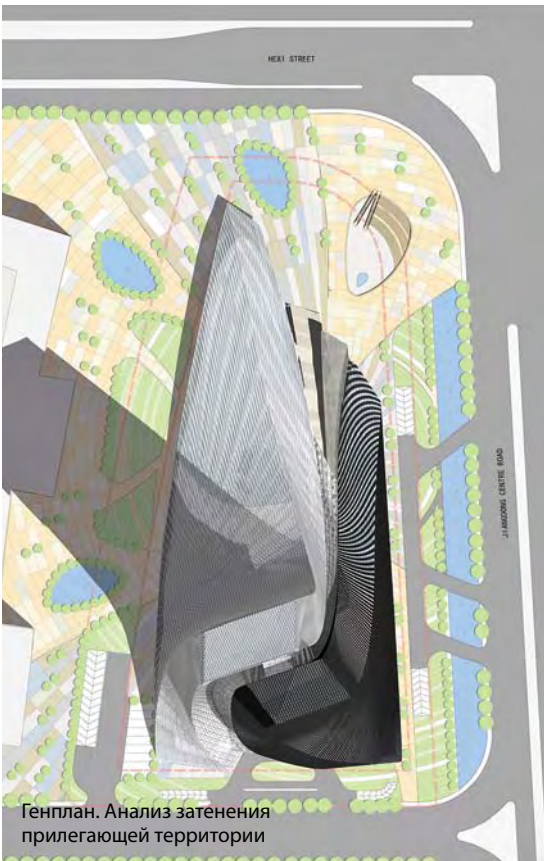
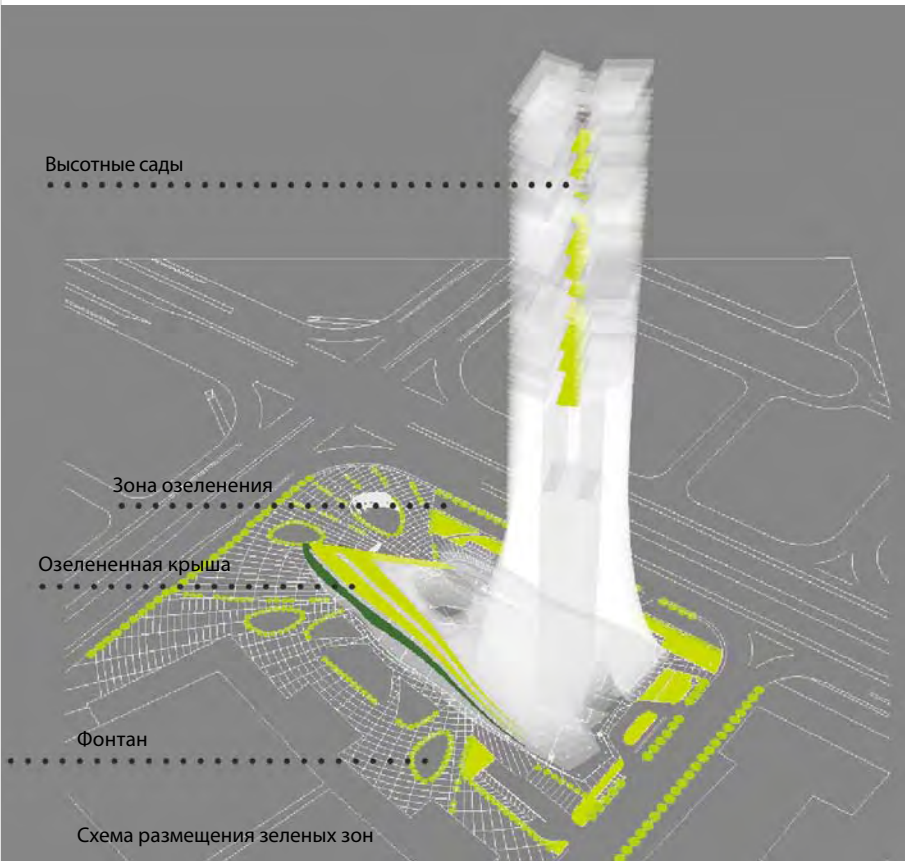
Нанкин, бывший когда-то столицей для шести династий китайского государства, расположен в дельте реки Янцзы. Город окружен водой и горами, он славится прекрасной природой и более чем тысячелетней историей. Сегодня это крупный экономический и культурный центр Китая, важный транспортный узел. В 2014 году здесь пройдут летние Юношеские Олимпийские игры.

Материалы предоставлены архитектурным бюро Aedas



Архитектурное бюро Aedas разработало проект 380-метровой башни Nanjing Hexi Olympic Plaza, которая будет располагаться в Олимпийской деревне, примыкающей к деловому району Хекси (Hexi). Участок застройки находится рядом с Международным конференц-центром, Олимпийским стадионом и двумя строящимися башнями – Jinao и Jindi. После окончания строительства здание совершенно изменит горизонт Хекси, превращая этот район в новый центр Западного Нанкина.

После тщательного анализа существующей застройки Центрального делового района города команда дизайнеров Aedas создала уникальный проект, максимально увеличивающий коммерческую ценность участка. Предлагаемый 380-метро-



вый комплекс будет состоять из коммерческих, развлекательных, жилых и культурных объектов, в него также войдут береговые рекреационные зоны. Сюда легко добраться, так как ослепительно сверкающая под солнечными лучами башня расположится рядом с имеющейся станцией метро.

Наиболее характерной и, безусловно, интересной чертой здания является то, что концептуально оно задумано не как одна цельная структура, а как экспрессивное переплетение двух. Вдохновленные традиционным понятием неразрывности «инь» и «янь» и знаменитой скульптурой «Поцелуй» Родена, архитекторы создали 2 башни, объединенные в устремленный ввысь комплекс, очертаниями напоминающий танцующую пару. Они чувственно дополняют друг друга, контрастируя цветом и облицовкой – фасад одной из них сочетает отделку темным стеклом и камнем, тогда как в оформлении экстерьера второй используются более светлые сталь и стекло, таким образом, символизируя «женскую» и «мужскую» сущности архитектуры зданий комплекса.

Сложная кривизна и многослойность поверхности зрительно трансформируют здание при каждом изменении угла обзора, увеличивая эффект игры на его фасадах как естественного, так и искусственного освещения. Под определенным углом силуэт комплекса напоминает складки национального китайского платья qipao, элегантно ниспадающие вокруг ног танцующей женщины. Выступающее перекрытие нижней части (шлейф платья) формирует парадный вход в вестибюль здания,

образовав встроенный солнцезащитный козырек по всей его длине.

Таким же впечатляющим, как и панорама окрестностей, открывающаяся с его вершины, будет и вид на сам небоскреб. Мало архитектурных произведений можно сравнить с ним по силе экспрессии – он символизирует богатейшую историю Нанкина, многообразную культуру Китая, а также стремительное развитие страны и потенциал его устремленного в будущее зодчества.

Подземные площади увеличивают коммерческую ценность помещений, привлекая потенциальных клиентов, которые смогут удобно добираться сюда от близлежащей станции метро. На огромных перемычках, соединяющих оба здания, созданы специальные зоны отдыха с садами. Круглый внутренний дворик предоставляет клиентам открытое пространство. Просвет неправильной формы создаст эффект динамического изменения солнечного света во внутренних помещениях. Из ресторанов на вершине комплекса посетителям открывается прекрасный панорамный вид на весь Нанкин.

Здание состоит из двух основных элементов – башни и подиума. Для создателей 380-метрового небоскреба основная задача состоит в разработке экономической и эффективной структуры, при этом сохраняющей неординарную архитектурную концепцию. Это достигается за счет внутреннего скелета (каркаса), который симметричен и четко организован. Стремительная свободная форма фасада ограничивается сравнительно небольшой зоной, находящейся между внешними фасадными колоннами и внутренним рядом огромных основных колонн.

Одним из основных элементов башни является ядро, диаметр которого равен приблизительно 30 кв. метрам у основания, включая внешнюю несущую стену (ее толщина составляет более метра у основания, но постепенно уменьшается к вершине). Толщина внутренних стен центрального ствола здания около полуметра, они делят ядро на девять частей. 30-метровое квадратное ядро (несущая конструкция) нуждается в поддержке трех основных суперколонн с каждой стороны, отнесенных от самого ядра примерно на 10 метров. На самом нижнем уровне (зона 1 и основание) колонны расставлены по углам, чтобы обеспечить основанию больший периметр и создавать противовес перекручивающейся вокруг своей оси конструкции. Во всех других зонах базовые колонны устремляются вверх в строго определенном месте и затем уменьшаются, поднимаясь на более высокие уровни. Колонны меняют свое сечение в зонах технических этажей и местах временного пребывания людей в случае эвакуации.

Соединяют суперколонны 4 фермы-аутригера, расположенные с каждой стороны ядра с шагом 9 метров между зонами 2, 3, 4 и 7 метров – между зонами 1 и 2. Опорные фермы соединяются между собой ленточными на базовых колоннах. Для





Коммерческие и торговые помещения атриума

башни высотой 380 метров необходимы 4 уровня ферм-аутригеров. Эти фермы и их пояса выполнены из металла, в то время как ядро состоит в основном из железобетона. Суперколонны являются композитной конструкцией, состоящей из железобетона со стальным сердечником.

Фасады башни взаимоперпендикулярны в плане, но закручивающий момент придает конструкции экстраординарный вид. Системное смещение верха и низа внутренних колонн определяет внешний облик фасада. Перекрытия обрамлены стальными профилями, которые удобно использовать при изменяющемся расстоянии между базовыми и остальными колоннами. Расстояние между суперколоннами и стенами ядра является постоянным и повышает конструктивную экономичность башни.

Скошенные или наклонные внешние колонны несут относительно небольшую нагрузку от собственного веса и поэтому имеют сравнительно небольшой размер. Эти внешние колонны приподняты на уровень опорных ферм, и нагрузка таким образом переносится на базовые суперколонны, что позволяет им лучше противодействовать эффекту закручивания. Все колонны высотного сооружения должны быть включены в работу общей несущей структуры, предотвращая недопустимые деформации здания. В данном случае это обеспечивается передачей нагрузки от внешних колонн на базовые суперколонны. Горизонтальные сдвиговые усилия, возникающие из-за наклонных (скошенных) колонн, воспринимаются как горизонтальными диафрагмами типовых этажей, так и фермами технических, где передаются на внешние колонны. Витая форма башни хотя и сложна в исполнении, имеет некоторые структурные преимущества с точки зрения сопротивления ветру, а именно:

1. Скручивающаяся и сужающаяся форма здания позволяет улучшить аэродинамическое сопротивление и тем самым снизить ветровые нагрузки.
2. Выемки по периметру башни работают на эффективное уменьшение воздействия вихрей и дальнейшее снижение расчетных ветровых нагрузок.
3. Несмотря на то, что перекрытия закручиваются, основные стены ядра и базовые суперколонны не смещаются, передавая возникающие горизонтальные усилия от верхней части конструкции непосредственно к основанию. Это гарантирует, что номинальная стоимость строительных расходов может быть сведена к минимуму.

Нанкин находится в зоне умеренной сейсмической активности, так что здание может противостоять сейсмическим нагрузкам за счет укрепленного ядра и системы колонн. Средняя скорость ветра для этой области за 100-летний период составляет 45 м/сек. Это относительно умеренная с точки зрения ветровой нагрузки зона, а значит, использование при строительстве укрепленного ядра и аутригерной системы позволяет эффективно противодействовать ветровым и сейсмическим нагрузкам.

Крыша подиума имеет свободную форму, ее пологие скосы и подъёмы образуют плавные волнообразные очертания. Этот результат достигается за счет особого расположения разновеликих по высоте колонн с шагом 9×9 метров и с их отсутствием в определенных местах, за счет чего и образуется предусмотренный архитектурным замыслом контур крыши.

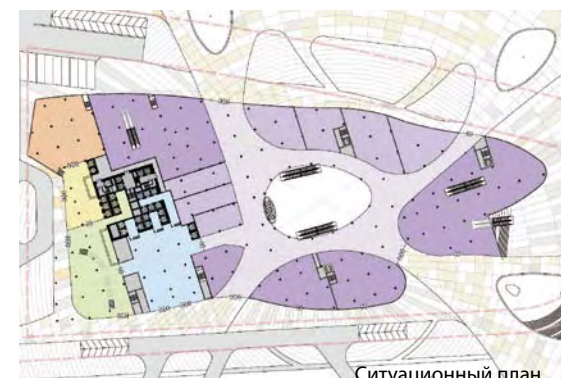
Коммерческие и торговые зоны занимают 7 подземных уровней. Использование типовой сетки колонн с шагом 9×9 м предполагает применение на всех уровнях, кроме крыши, перекрытий, состоящих из железобетонных балок и плит. Поддерживаемая колоннами крыша подиума, в котором предполагается расположить коммерческие и торговые

площади, будет изготовлена из стали и оснащена встроенными в нее светильниками. Эти расходы не входили в изначальную стоимость проекта.

Фундаментная плита должна опираться на буронабивные сваи с применением баретт, расположенные по сетке непосредственно под ядром башни. В подиумной части буронабивные сваи, как правило, находятся непосредственно под колоннами.

Nanjing Hexi Olympic Plaza – потрясающе яркий и сложный проект. Закручивающиеся вокруг своей оси плиты межэтажных перекрытий создают его поразительный и неповторимый силуэт. Увеличение стоимости конструкций, способных противодействовать крутящему моменту от смещения межэтажных плит, минимально, что достигается в основном за счет укрепления ядра здания и особого расположения сетки колонн. Зоны между внешними и базовыми колоннами немного отличаются площадью, но это относительно небольшой процент от размера каждой этажной плиты. Впрочем, эта экономия все же относительно мала по сравнению со стоимостью ядра здания, базовых колонн и опор, которые требуются для 380-метрового сооружения.

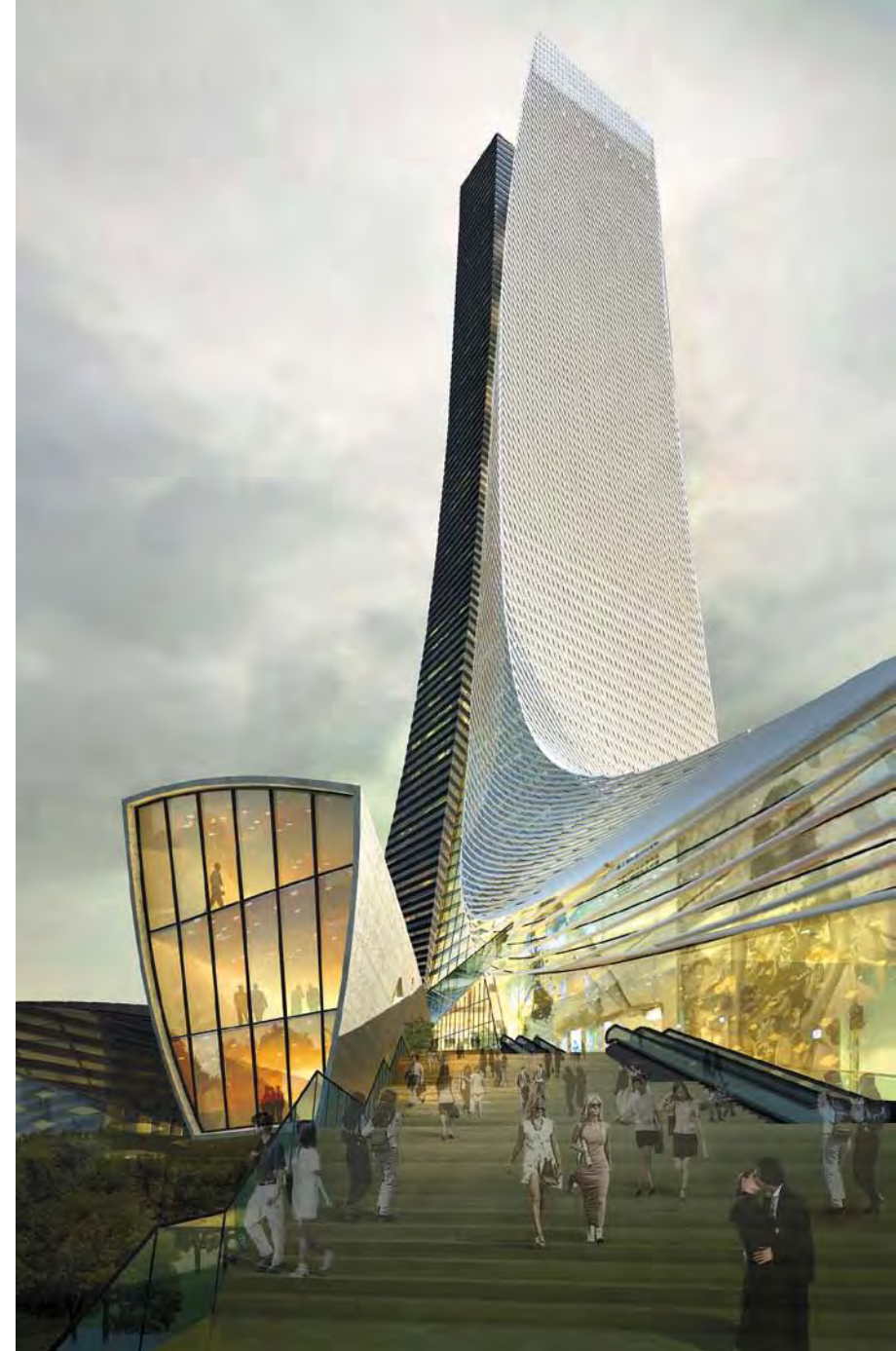
Архитектурная концепция здания с ее необычными конструктивными особенностями словно бы отражает стихийное движение природных сил. Дизайн комплекса хорошо продуман, при этом сложная геометрия здания была достигнута путем применения достаточно простых фасадных элементов: они представляют собой стандартную



Ситуационный план

систему сэндвич-панелей. Для выявления эффекта скручивания вводятся несколько наклонных трубчатых элементов, следующих за заданным закручивающимся контуром здания.

Фасадная система навесных наружных стен поштучно собирается в единый объемный блок в заводских условиях и затем отправляется на строительную площадку. В отличие от монтажа фасадных конструкций при типовых межэтажных перекрытиях, когда их установка начинается с нижнего этажа и продолжается выше лишь после полного завершения работ на предыдущем уровне, монтаж сэндвич-панелей является независимым процессом, то есть, их установка может начинаться на любом уровне. Таким образом, сборка будет идти проще и быстрее, а это дает больше маневренности



при строительномонтажных работах. Наклонные трубчатые элементы перед наружными стенами не позволяют навешивать панели снаружи здания. Тем не менее, это не вызовет никаких проблем, так как каждый блок может быть установлен изнутри. К тому же, данный процесс от этого только выиграет, становясь гораздо безопаснее.

Торговый центр, обрамляющий атриум по кругу, предлагает покупателям визуальное открытое пространство. Дугообразные окна на крыше и отделанный камнем (галькой) многофункциональный вестибюль атриума создают прекрасное пространство с определенным мистическим настроением. А игра естественного света и тени усиливает впечатление загадочности и богатства внутренней отделки. ■

Зона подиума

КОРОЛЕВСКИЙ РОСТОК



Архитектурное бюро Adrian Smith + Gordon Gill Architecture (AS + GG) объявило о начале проектирования Kingdom Tower – здания, которое должно стать самым высоким в мире. Его планируется возвести в Джидде, Саудовская Аравия, недалеко от Красного моря. Kingdom Tower станет центральной частью и первым этапом строительства проектируемого в северной части Джидды Kingdom City – нового города площадью порядка 5 млн 300 тыс. кв. метров.

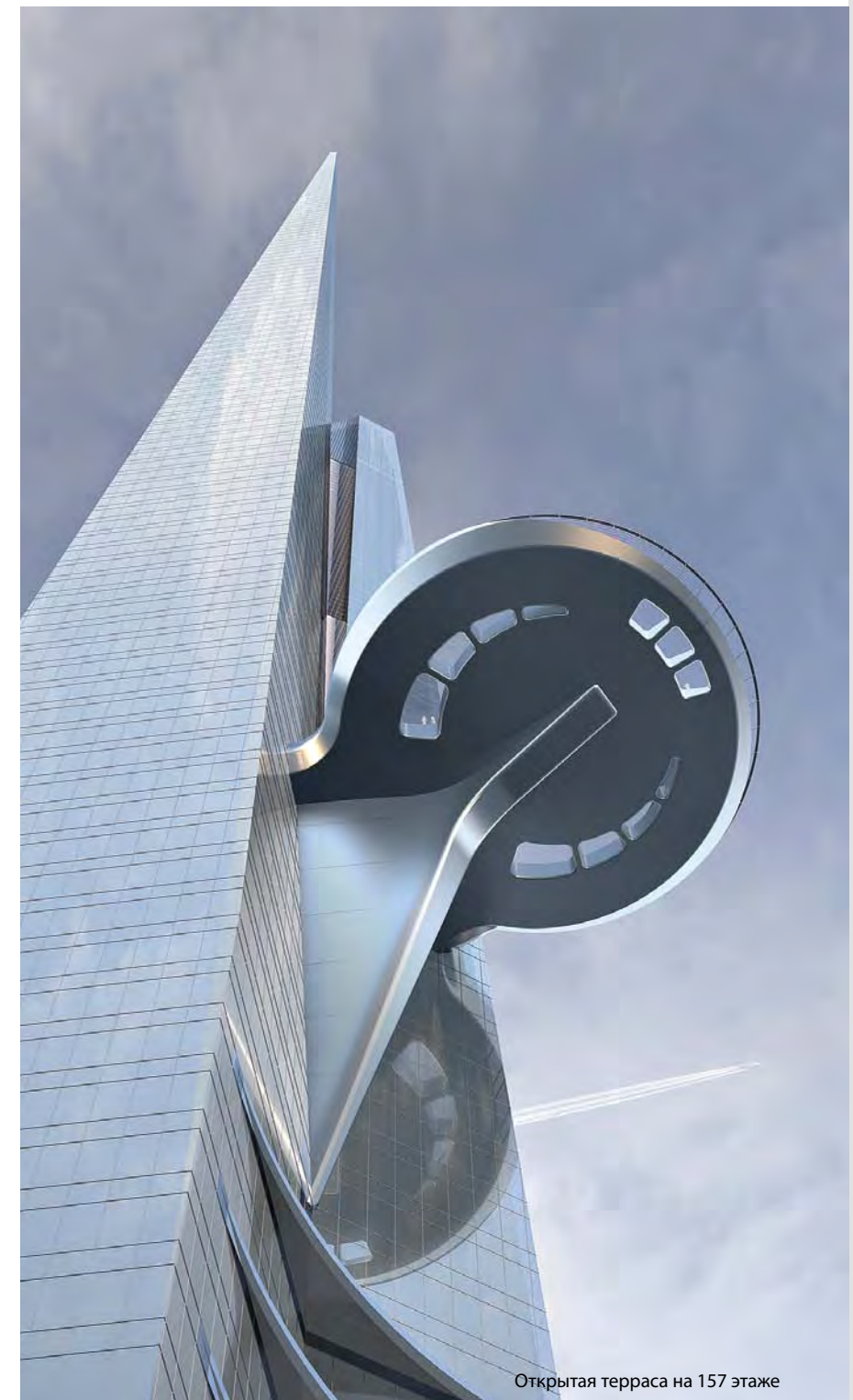
Материалы предоставлены архитектурным бюро Adrian Smith + Gordon Gill Architecture

Высота башни составит чуть более 1000 метров, а общая площадь участка предполагаемой застройки – 530 тыс. кв. м (5,7 млн кв. футов). Башня будет как минимум на 173 метра (568 футов) выше, чем нынешний рекордсмен – 828-метровый небоскреб Burj Khalifa в Дубае. Кстати, Адриан Смит принимал участие в его создании в период своей работы (с 1980 по 2003 г.) в чикагской компании Skidmore, Owings & Merrill (SOM).

Разработка проекта идет полным ходом и строительство должно начаться в самое ближайшее время, ну а завершить возведение башни планируется через пять лет. Сегодня уже полностью подготовлены чертежи фундамента и объявлен тендер на ведение работ этого этапа (устройство ростверка, забивка свай, отсыпка грунта). Строительство Kingdom Tower обойдется примерно в \$ 1,2 миллиарда, а стоимость всего проекта Kingdom City, как ожидается, составит \$ 20 миллиардов. В Kingdom Tower разместятся обслуживаемые апартаменты и отель Four Seasons, офисные площади класса А, роскошные кондоминиумы и самая высокая в мире обсерватория.

О начале строительства небоскреба объявил принц Аль-Валид бен Талал, племянник короля Саудовской Аравии Абдаллы бен Абдель Азиз ас-Сауда и глава Королевской холдинговой компании (Kingdom Holding Company), которая работает в партнерстве с Jeddah Economic (JEC) и известными в городе предпринимателями Самуилом Бахшем (Samual Bakhsh) и Абдулрахманом Хассаном Шарбатли (Abdulrahman Hassan Sharbatly), а также со строительным холдингом Saudi Binladin Group (SBG), ставшим генподрядчиком Kingdom Tower.

«Принц Аль-Валид, г-н Бахш, г-н Шарбатли и я были впечатлены смелостью и простотой дизайна небоскреба, предложенного компанией AS + GG, – заявил Талал Аль-Майман, исполнительный директор по развитию и отечественным инвестициям, член Kingdom Holding Company и JEC. – Kingdom Tower не только будет иметь выдающуюся высоту. Очевиден и тот факт, что небоскреб получит культовый статус за счет своих совершенных форм и пропорций, которые делают его одним из самых красивых зданий в мире, вне зависимости от его высоты».



Открытая терраса на 157 этаже



Главный вестибюль

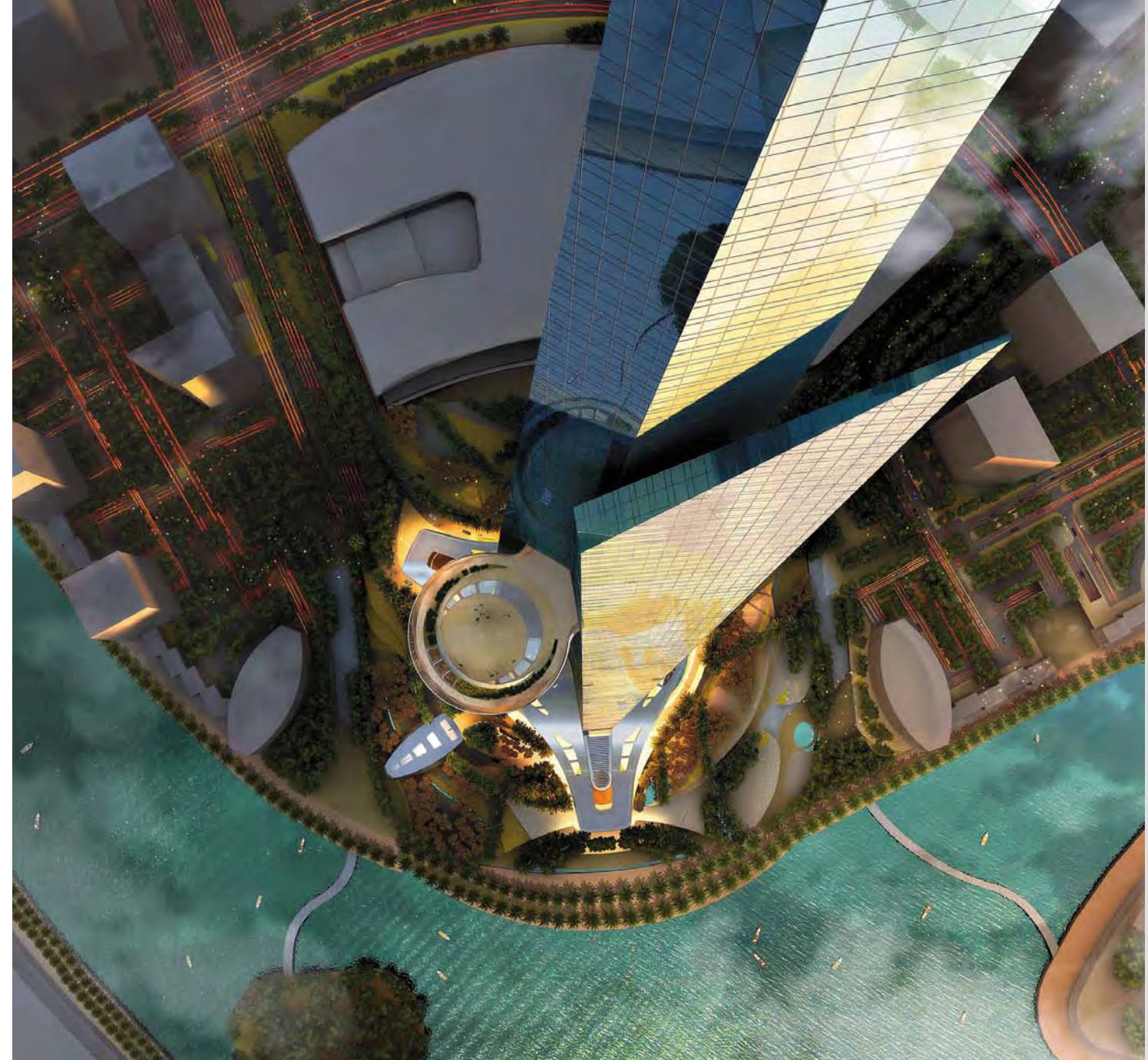
В Саудовской Аравии считают, что в дополнение к своему статусу памятника архитектуры и символа экономической мощи Королевства, башня будет иметь большое культурное значение. «Мы считаем, что Kingdom Tower станет новым символом Джидды исторического масштаба, как, например, знаменитые ворота священного города Мекки», – сказал Аль-Майман. Он отметил, что основание небоскреба находится на одной линии с Каабой в Мекке, святым местом для всех мусульман.

«Мы очень рады возможности работать с Его Высочеством и компанией Jeddah Economic, чтобы помочь Королевству определиться на этом пути», – отметили в AS + GG. Итогом творческих изысканий специалистов бюро Adrian Smith + Gordon Gill Architecture стал элегантный и экономически эффективный конструктивный дизайн, сочетающий высокие технологии и изящные формы. Гладкий, устремленный ввысь пик напоминает побег молодой пальмы: эти растения до поры до времени представляют собой одиночные стволы и лишь

по достижении определенного возраста и высоты начинают делиться на верхушке. Таким образом, дизайн башни органичен контексту того места, где она будет возведена. В то же время, с инженерной точки зрения Kingdom Tower является новым этапом эволюции небоскребов».

«Стройные, слегка асимметричные формы башни напоминают пучок листьев, взлетевших над землей. Это как внезапное проявление новой жизни, которое возвещает стремительный рост всего живого вокруг него», – говорит Адриан Смит. «Гладкая, обтекаемая форма небоскреба продиктована видом молодых побегов пальмы, прорастающих в пустыне, со свернутыми до поры в кокон и затем разделяющимися на вершине листьями», – добавляет Гордон Джилл. – Этот символ является для нас аналогом роста нового потенциала зодчества, соединенного с современными технологиями».

Хотя концепция архитектурной формы башни продиктована окружающей природой Саудовской Аравии, она также представляет собой пример



Макет башни, вид сверху

непрерывной эволюции и усовершенствования дизайна небоскребов. Трехлепестковая конфигурация опорной основы конструкции идеально подходит для жилых домов, а сужающиеся крылья придают зданию аэродинамическую форму, снижающую ветровые нагрузки на него. Внешний облик Kingdom Tower вообрал в себя все лучшие достижения архитектурной генеалогии, в полной мере используя проверенные на своих предшественниках методы и стратегии конструкторской и технологической мысли и переработав их для обретения новых достоинств. В результате их соединения получился элегантный, экономически и конструктивно эффективный дизайн, который основан на устойчивых строительных традициях и, одновременно, подчеркнута прогрессивен. В нем используются новые достижения инженерной мысли, передовые технологии и строительные материалы, учитываются необходимость энергосбережения и долговременность срока эксплуатации. Например, современные фасадные системы значительно уменьшают нагрев

здания солнечными лучами, что позволяет свести к минимуму потребление энергии на кондиционирование. При этом отделка фасадов будет различной в зависимости от функционального назначения этажей: жилых, офисных или технических.

Кроме того, по периметру всей башни предусмотрены зоны затенения, а также устроены несколько наружных зеленых террас с видом на Джидду и Красное море.

Ядро сооружения находится в центре по отношению к трем примыкающим к нему сегментам (крыльям). Такой план позволяет очень эффективно использовать площади этажей и увеличивает возможность размещения большого количества лифтов, необходимых для комфортного перемещения посетителей и грузов.

Башня будет иметь три цокольных уровня и один распределительный атриум, находящийся непосредственно под главным вестибюлем, откуда можно попасть в прилегающие магазины торгового центра, а также в обсерваторию наверху здания.



Зеленые террасы с видом на Джидду и Красное море

При возведении башни подобной высоты одним из основных вопросов становятся аэродинамические характеристики постройки. Тем, как предлагаемая структура будет реагировать на ветер, специалисты компании AS + GG обеспокоились еще на стадии участия в конкурсе проектных предложений. «Исходя из нашего опыта по проектированию сверхвысоких зданий, мы знаем, насколько изменение различных параметров отражается на его реакции на ветровые нагрузки. Башня имеет коническую форму и три ее «ноги» оканчиваются на разной высоте, что значительно снижает вихревой эффект. К настоящему времени уже завершена продувка макета небоскреба в аэродинамической трубе, и он справляется с ветром очень хорошо. Это очень важный вывод, учитывая, что в противном случае пришлось бы воспользоваться весьма дорогостоящими средствами для снижения ветрового воздействия, такими, как установка тяжелого демпфера, в котором, как мы полагаем, теперь нет необходимости», – считает Адриан Смит.

Колоссальная высота постройки требует наличия одной из самых сложных элеваторных систем в мире. Комплекс Kingdom Tower будет содержать 59 лифтов – 54 одноэтажных и пять двухэтажных, а также 12 эскалаторов. Лифты, обслуживающие обсерваторию, станут двигаться со скоростью 10 метров в секунду в обоих направлениях.



План застройки района

Добраться до верхних этажей можно будет с пересадкой, лишь один лифт доставит посетителей с самого низа до верхней смотровой площадки. Впрочем, это обычная практика и для более низких небоскребов, в которых сквозные лифты либо вообще отсутствуют, либо предусматривается только один подобный подъемник. «В настоящее время мы активно взаимодействуем с компаниями, производящими лифты сложной конструкции, для того чтобы оснастить башню Kingdom Tower трехъярусными лифтами», – говорит Гордон Джилл.

В компании AS + GG заняты постоянным поиском новых материалов и технологий. Общий дизайн здания показывает, что специалисты не ориентировались на какую-либо традиционную форму или стремились соответствовать моде. Еще одной уникальной архитектурной особенностью стала расположенная на высоте 157 этажа открытая терраса, примерно 30 метров (98 футов) в диаметре. Это открытое, оборудованное для отдыха пространство предназначено для жителей пентхаусов.

Современное высотное здание, а тем более такого уровня, невозможно представить без использования энерго- и экологосберегающих технологий. Здесь в их числе, например, коллектор конденсата воды, высокоэффективная облицовка наружных стен позволяет сохранять комфортную температуру в помещениях и без мощного кондиционирования.

Имеющие высокие эксплуатационные характери-

стики фасадные конструкции позволят значительно снизить энергопотребление по сравнению со стандартной системой облицовки наружных стен. Сборник конденсата будет обеспечивать комплекс водой для полива растений. Балконы на фасаде, помимо того что являются одной из отличительных особенностей здания, несут и конструктивную функцию – значительно уменьшают солнечный нагрев наружных стен. В башне также предусмотрена система сбора дождевой воды.

Для обслуживания фасадных конструкций предложены специальные установки для мытья окон, размещаемые на технических уровнях. По мере необходимости установки будут выдвигаться за их пределы, охватывая фасад по окружности и затем возвращаясь обратно.

«Наше видение Kingdom Tower отражает дух обновления Саудовской Аравии», – комментирует победу в конкурсе компании AS + GG Адриан Смит. Помимо Burj Khalifa, в его портфолио имеются еще несколько сверхвысоких небоскребов, таких как Jin Mao Tower в Шанхае, Nanjing Greenland Financial Center в Нанкине, Trump International Hotel & Tower в Чикаго и башня Pearl River, которая скоро будет сдана в эксплуатацию в Гуанчжоу. «Kingdom Tower символизирует экономическое и культурное лидерство Саудовской Аравии в регионе, а также силу духа и творческий потенциал людей, населяющих эту страну», – считает мастер.

Компания AS + GG также разработала генеральный план благоустройства прибрежного района (Waterfront District) площадью 23 гектара, который окружает башню и будет включать в себя жилые и коммерческие здания, торговый центр, хорошо оборудованные открытые пространства и другие объекты инфраструктуры. Благоустройство прибрежной полосы обеспечивает последовательную и комфортную застройку окрестностей башни, создавая район, который протянется вдоль берега озера, окружающего Kingdom City.

Район включает в себя элитный торговый центр, также спроектированный архитекторами AS+GG, плюс дополнительные участки застройки, на которых разместятся коммерческие и многоквартирные жилые здания, офисы, два роскошных отеля и благоустроенные открытые площадки, а также центральная постройка этого комплекса – Tower Plaza. Благоустроенная прибрежная полоса озера объединяет башню Kingdom Tower с окружающей застройкой, торговым комплексом и зелеными зонами в единое целое. В результате получается комфортабельная многофункциональная территория, которая может предложить обширные, но сконцентрированные на одном участке объекты досуга и отдыха, такие как великолепные магазины, развлекательные заведения и благоустроенное открытое пространство. По замыслу архитекторов компании HOK Architects, проект нового района береговой линии также предусматривает удобную связь с другими частями Kingdom City. ■

ADRIAN SMITH+GORDON GILL ARCHITECTURE

Компания Adrian Smith+Gordon Gill Architecture занимается разработкой высокотехнологичных зданий в широком диапазоне данной типологии, начиная с домов низкой и средней этажности, коммерческих и культурных объектов смешанного назначения и заканчивая сверхвысокими башнями и новыми городами. Компания использует целостный, интегрированный подход к дизайну, который исследует симбиотические взаимоотношения с природной средой. AS+GG в настоящее время работает над проектами для клиентов в Объединенных Арабских Эмиратах, Саудовской Аравии, Китае, Индии, Южной Корее, Малайзии, Канаде и Соединенных Штатах Америки. Компания AS+GG является ведущей междотраслевой группой разработчиков проектов, в которую входят также консультирующая по вопросам технического обслуживания зданий компания Environmental Systems Design, Inc (ESD) и консалтинговая компания по вопросам проектирования зданий и сооружений Thornton Tomasetti. Компанией-застройщиком для проекта Kingdom City стала Jeddah Economic (JEC). В продолжительном конкурсе проектных предложений принимали участие такие признанные авторитеты, как SOM, Pickard Chilton, Kohn Pedersen Fox, Pelli Clarke Pelli and Foster + Partners.



МЕТОДЫ параметрического проектирования



Современные методы компьютерного моделирования позволяют архитекторам и инженерам развивать концепции форм высотных зданий с геометрически сложными конструкциями уже на графической стадии их разработки. Новые цифровые технологии становятся неотъемлемой частью современного подхода к проектированию высотных зданий. С их помощью можно не только разработать геометрические формы, но и получить необходимые строительные данные для оценки проектов и создания пространственных моделей.

Текст Санг Мин Парк, доктор архитектуры, профессор, архитектор, консультант в области развития высотного строительства при Университете Юнгнам (Южная Корея)

Чтобы выяснить, как предложенный метод и инструменты могут быть применены к любой комбинации геометрических форм и вертикальных преобразований в рамках четырех групп конфигураций, были сгенерированы и продемонстрированы 304 строительные конструкции. Каждая комбинация имеет четыре разновидности, которые, в свою очередь, представлены четырьмя формами: трансформирующейся, с уступом фасада, витой и криволинейной. Для детального исследования были отобраны десять форм. Потенциальным формам высотных зданий будет дана детальная оценка в соответствии с критериями архитектурного и структурного проектирования.

Цель данной статьи – вызвать интерес к развитию инновационного подхода при проектировании форм высотных зданий, который объединяет архитектуру и цифровые технологии. В статье рассматриваются синтезированные формы и цифровые методы, применение которых в архитектуре может повысить эффективность процесса проектирования высотных зданий, что, несомненно, заинтересует специалистов.

ВВЕДЕНИЕ

В данной статье обсуждаются генеративные концепции в разработке форм высотных зданий и инновационный процесс проектирования с использованием цифровых технологий, основанные на методе параметрического проектирования. При проектировании высотных зданий геометрия играет решающую роль при создании форм и структуры здания. В статье рассматриваются возможные гео-

метрические формы и новые идеи вертикального строительства с целью создать пространственную модель с использованием нестандартных концепций. В исследовании затрагивается вопрос разработки плит перекрытий для каждого отдельно взятого этажа. Метод заключается в постепенном преобразовании плиты перекрытий, лежащей в основании, в плиту перекрытий, замыкающую конструкцию на вершине. Такие процессы, как вращение, изменение масштаба и трансформация – плавное преобразование одного изображения в другое с помощью геометрических операций и цветовой интерполяции, продемонстрированы на множестве образцов. Архитектурные и структурные критерии определяют конечную форму конструкции.

Исследуемые потенциальные геометрические конфигурации и вертикальные трансформации высотных сооружений оцениваются в соответствии с архитектурными и структурными критериями проектирования. Форма высотного здания и его конструкционная система проектируются с учетом определенных архитектурных критериев, а также требований и нужд потребителя. На стадии планирования учитываются следующие моменты: строительная функция, арендуемые пространства, высота этажа и проектирование каркаса; они представляют собой взаимосвязанные расчетные параметры, которые в целом влияют на форму конструкции. Рассматриваемые геометрические конфигурации могут послужить основой новых концепций в проектировании высотных зданий.

Параметрическое проектирование включает набор переменных величин и их соотношений для

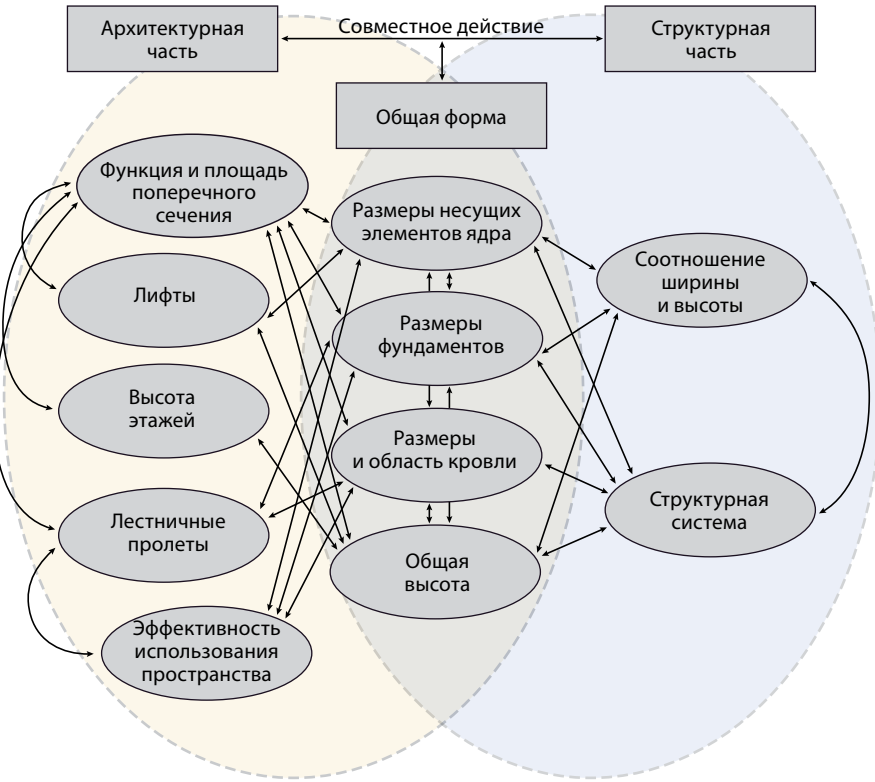
определения формы, которую можно модифицировать за счет изменения определенных параметров, позволяющих автоматически установить общую площадь, высоту здания и соотношение геометрических размеров. Для усовершенствования этих методов может быть использован язык программирования AutoLISP программы AutoCAD, благодаря стандартному формату операционной системы и интерфейса, что отличает его от прочих программ CADD. Пространственные генерируемые формы зданий могут быть представлены в виде трехмерных поверхностей или мешей, что обеспечит наглядность и позволит провести структурный анализ. Для проверки строительных характеристик здания можно разработать таблицу в формате Microsoft Excel. Чтобы сравнить физические свойства различных форм, модели для изучения могут быть изготовлены на лазерном станке. На стадии схематического проектирования с помощью параметрического метода можно быстро создать несколько проектов, которые бы отвечали определенным критериям архитектурного и структурного проектирования.

Архитекторы и инженеры, занимающиеся проектированием геометрически сложных конструкций на графической стадии проектирования, найдут в статье ряд концепций и вариантов форм высотных зданий. Предложенный метод и современные цифровые технологии должны стать неотъемлемой частью проектирования наряду с четкой схемой высотного строительства. Это позволит разработать не только геометрические формы в целом, но также и определенные строительные характеристики с трехмерными моделями. Более того, в статье предлагается более эффективный подход к генерированию инновационных высотных конструкций, в основе которого лежат рациональные идеи.

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проектирование высотных зданий может быть обусловлено конструктивными факторами, которые обладают рядом характеристик в архитектурном и структурном плане. К архитектурным параметрам относятся функциональное зонирование полезных, вспомогательных и технических пространств, с учетом высоты этажей, объема каркаса и шахт вертикальных коммуникаций. Конструкция перекрытий, механические системы, облицовка и эксплуатационная пригодность здания рассматриваются как строительные системы в проектировании высотных зданий. Эти параметры взаимосвязаны и влияют на многие другие факторы, которые необходимо учитывать при разработке проекта. В архитектурном и структурном плане создание оптимального высотного здания является сложной задачей вследствие большого количества взаимосвязанных параметров проектирования (см. рис. 1).

На стадии схематического проектирования трехмерное моделирование позволяет оценить основные характеристики сооружения. Различные виды моделирования, начиная с геометрического



и заканчивая моделированием систем и режима работы, получают все большее распространение в архитектурной практике. Геометрическое моделирование обычно используется для наглядности. Цифровые модели зданий, в которых уже заложена информация о строительных материалах, системах освещения, инсолированности, а также о будущем местоположении здания и окружающей застройке, представляют собой отличный наглядный пример и могут использоваться не только в строительных целях, но и как инструмент маркетинговых исследований.

В традиционной практике схематическое проектирование, как правило, начинается с набросков проектировщика. На их основе архитекторы создают двух- и трехмерные проекции здания. Однако

Рис. 1. Взаимосвязь архитектурного и структурного анализ

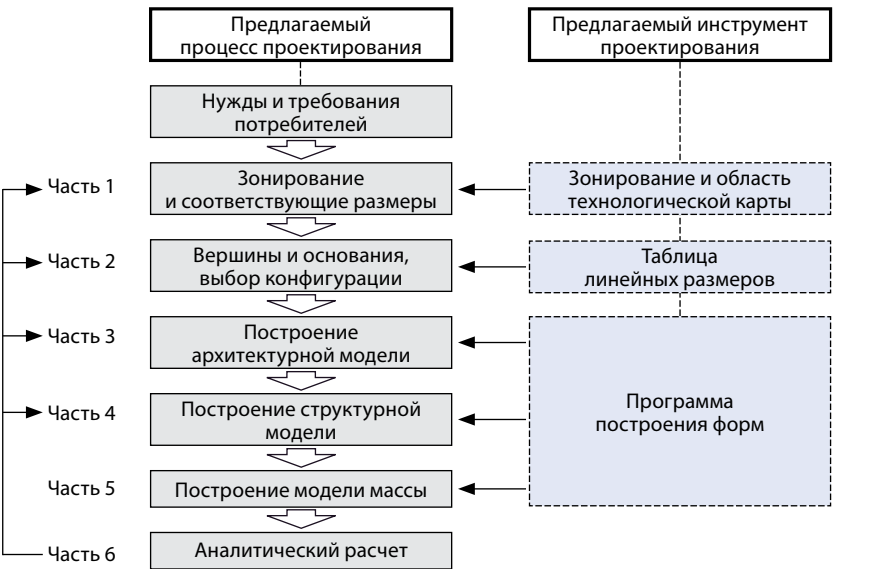


Рис. 2. Процесс и средства проектирования

Конфигурация центра	Конфигурация кровли	Тип								
			43	44	45	46	47	48	49	410
		Основание – центрированная форма Вершина – исследуемая форма Тип а								
			04-43-a	04-44-a	04-45-a	04-46-a	04-47-a	04-48-a	04-49-a	04-410-a
		Основание – центрированная форма Вершина – исследуемая форма Тип b								
			04-43-b	04-44-b	04-45-b	04-46-b	04-47-b	04-48-b	04-49-b	04-410-b
		Основание – центрированная форма Вершина – исследуемая форма Тип а								
			43-04-a	44-04-a	45-04-a	46-04-a	47-04-a	48-04-a	49-04-a	410-04-a
		Основание – центрированная форма Вершина – исследуемая форма Тип b								
			43-04-b	44-04-b	45-04-b	46-04-b	47-04-b	48-04-b	49-04-b	410-04-b

Рис. 3. Простые
многоугольники
с квадратом
и их сгенерированные
комбинации

на то, чтобы разработать всего один вариант при помощи традиционного метода проектирования высотных зданий, уходит много времени и сил вследствие следующих причин:

- большое количество взаимообусловленных параметров проектирования;
- невозможность свободно изменять данные параметры;
- невозможность в полной мере развить концепцию проектировщика.

Когда геометрическая форма конструкции является нестандартной, спроектировать здание и начертить его план, используя традиционный метод проектирования, становится еще сложнее. В основе предлагаемой процедуры проектирования лежат методы параметрического дизайна. Следовательно, на стадии схематического проектирования процесс инновационного проектирования с использованием цифровых технологий должен удовлетворять следующим требованиям:

- возможность генерировать отдельные геометрические элементы и общий вид;
- возможность генерировать архитектурные и структурные трехмерные модели;
- трехмерные модели должны разрабатываться с учетом архитектурных и структурных критериев;
- изменение какого-либо из параметров не должно вызывать сложности в работе с проектом;
- необходимо создать структурный файл исходных данных для программы структурного анализа;
- для наглядности необходимо изготовить масштабную модель.

Представленный процесс проектирования состоит из шести основных этапов, каждый из которых играет важную роль в создании высотного здания желаемой конфигурации:

1. Вычисление зонирования и площади при помо-

щи таблицы. Подготовка систем вертикальной транспортировки. Определение необходимых размеров каркаса, основания и вершины здания. 2. Изучение геометрических характеристик при помощи таблицы. Выбор геометрической формы основания и вершины здания и их комбинации. Определение количества соединительных элементов, связывающих основание с вершиной. 3. Создание архитектурной модели (при помощи программы генерирования форм). Генерирование архитектурной пространственной модели. Создание сводной таблицы строительных данных.

Запуск программы генерирования форм:
шаг 1: расчет необходимого количества этажей;
шаг 2: генерирование плит перекрытий и несущих конструкций;
шаг 3: создание архитектурной пространственной модели.

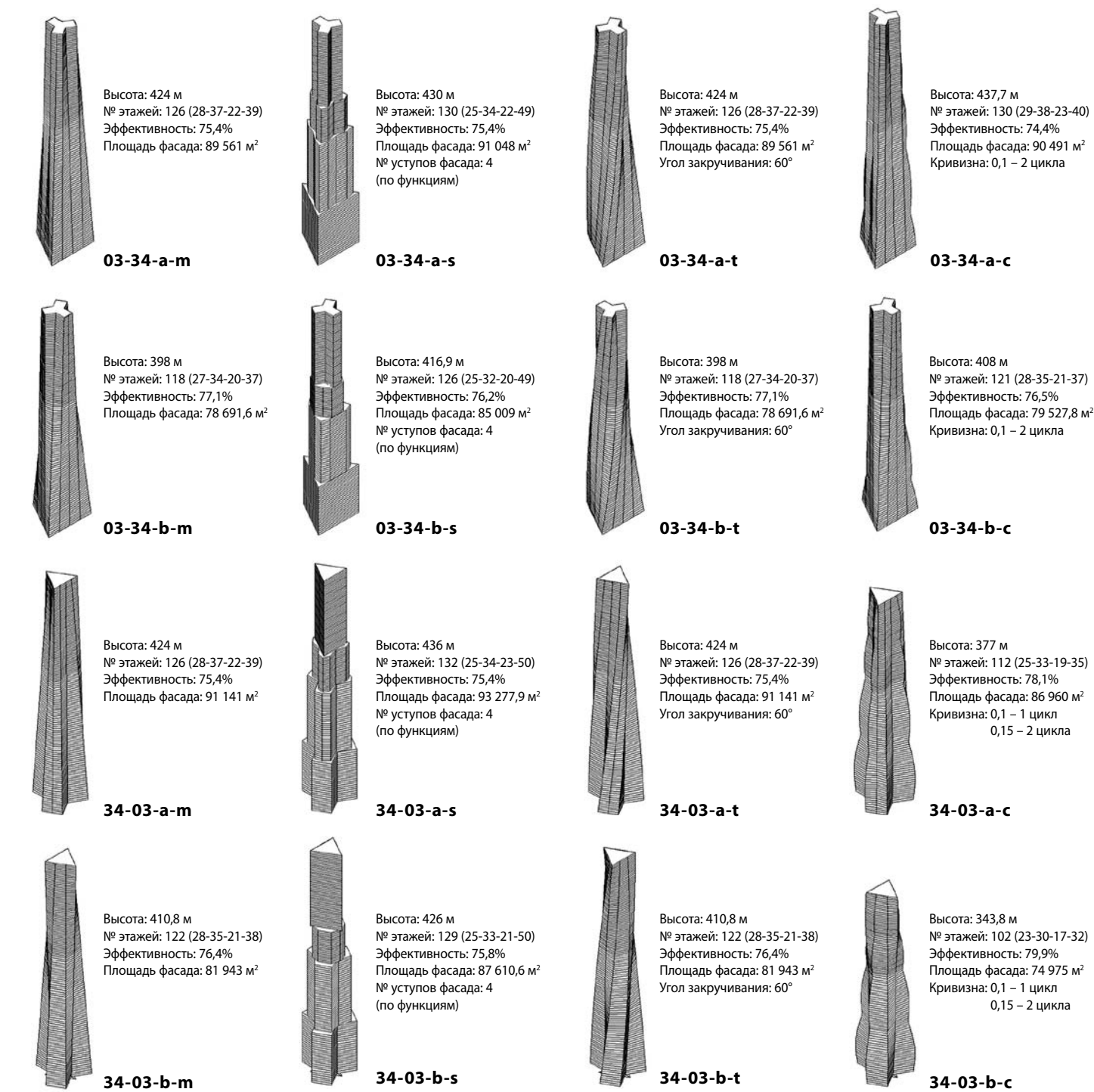
4. Генерирование структурной модели.
Создание структурной пространственной модели.
Создание структурного файла исходных данных для программы структурного анализа.

Запуск программы генерирования форм:
шаг 4: создание структурной пространственной модели и структурных файлов исходных данных.

5. Производство масштабной модели:
Разработка плана построения масштабной модели.
Запуск программы генерирования форм:
шаг 5: масштабная модель готова для лазерной резки.

6. Анализ полученных результатов. Оценка созданных вариантов.

Предложенные методы и инструменты могут помочь усовершенствовать процесс проектирования, так как они позволяют экономить время и дают возможность создавать новаторские высотные проекты. Модернизация процесса проектирования



с использованием передовых технологий является наиболее целесообразной в области концептуального проектирования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ

Геометрия играет важную роль в создании строительной формы и структуры здания. С ее помощью можно проанализировать идеи, возникающие на этапе эскизного проектирования. Данная статья исследует возможные геометрические конфигурации и новые идеи в вертикальном строительстве, чтобы создать пространственную модель, используя нетрадиционные концепции. Каждая геометрическая форма имеет свои собственные архитектурные и структурные особенности. Конструкции

высотных зданий могут быть разработаны на основе различных геометрических форм. В данной статье акцент сделан на симметрии: простые и синтезированные многоугольники. Вершина одного простого многоугольника может быть центром другого простого многоугольника. Эти комбинации порождают множество симметричных форм, используемых в высотном строительстве. Для этих симметричных геометрических форм характерны равные расстояния до края и между угловыми опорами. Данное исследование представляет разработку серии плит перекрытий для целого ряда этажей с использованием простых и синтезированных многоугольников. На рис. 3 представлены комбинации геометрических форм синтезированного многоугольника.

Рис. 4. Формы 03-34 и 34-04

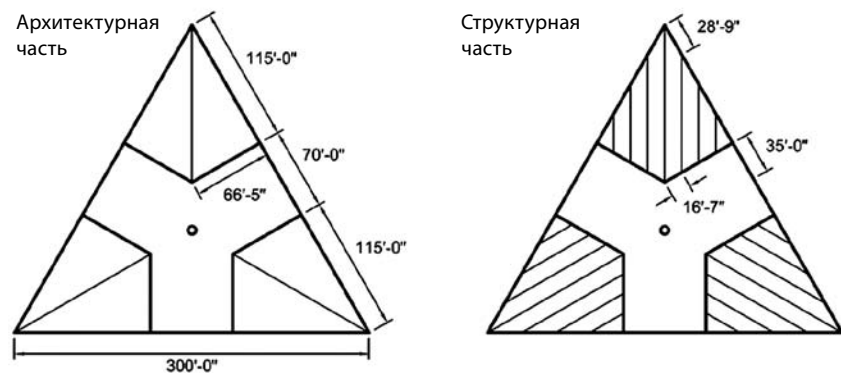


Рис. 5. Геометрические формы и размеры: фундамент: 3614 кв. м вершина: 1486,5 кв. м

ВЫПОЛНЕНИЕ И ОЦЕНКА

Чтобы доказать, что представленные инструменты и методы проектирования могут быть применены к любой комбинации геометрических форм и вертикальных преобразований в рамках четырех групп конфигураций, были сгенерированы и продемонстрированы 304 строительных конструкции. Из геометрических таблиц были отобраны 20 комбинаций геометрических форм. Каждая комбинация имеет четыре типа, в каждом типе выделяются четыре формы: трансформирующаяся, с уступом фасада, витая и криволинейная. Все формы имеют одинаковую функциональную направленность, равную общей площади и высоте этажей.

Функциональное назначение:

- офисы: 185 806 кв. м;
- офисная зона № 1: 92 903 кв. м;
- офисная зона № 2: 92 903 кв. м;
- гостиница: 41 806 кв. м;
- жилая площадь: 55 741,8 кв. м;
- без учета вестибюлей и технических этажей.

Высота этажей:

- офисы: 3,81 м;
- гостиница и жилые помещения: 2,9 м.

Площадь геометрических форм по таблице зонирования и вычисления площади:

- цокольный этаж: 3716,12 кв. м;
- верхний этаж: 1124,126 кв. м.

При равных архитектурных параметрах различные комбинации геометрических форм в основании и вершине здания и их преобразований – трансформирующаяся, с уступом фасада, витая и криволинейная формы – создаются в три этапа – шаги 1–3. Результат этого процесса – трехмерные поверхностные модели и итоговые строительные данные (см. рис. 4). Цели разработки 304 форм из отобранных геометрических конфигураций:

1. Удостовериться, что представленный метод может быть применен к любым комбинациям геометрических форм и преобразований, как, например, трансформирующаяся, с уступом фасада, витая и криволинейная.
2. Предложить различные концепции развития высотного строительства. Использование трехмерных моделей может помочь архитекторам и инженерам, исследующим инновационные концепции в области развития высотного строительства.

3. Выявить общие характеристики каждой группы форм.

С помощью пространственных моделей и итоговых строительных данных можно вывести общую оценку архитектурных и структурных свойств здания, что, в свою очередь, поможет архитекторам и инженерам в проектировании общего вида.

КОНКРЕТНЫЕ ПРИМЕРЫ И ИХ ОЦЕНКА

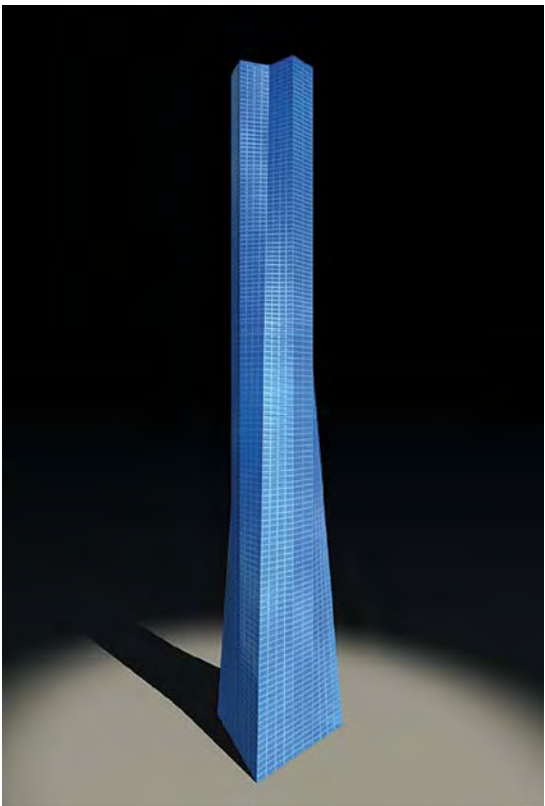
Более детальную оценку возможных форм высотных зданий, рассмотренных в данной статье, можно дать, руководствуясь архитектурными и структурными критериями проектирования. Пространственная модель – один из вариантов, который можно создать при помощи компьютера. Цифровые модели позволяют полностью разработать конфигурацию здания. В результате подобного исследования пространственные архитектурные формы могут быть представлены в виде трехмерных поверхностей, что обеспечит их наглядность и позволит провести структурный анализ. Для автоматической проверки строительных характеристик зданий можно создать таблицу в формате Microsoft Excel, а с помощью программы структурного анализа – создать файл входных данных для прямого анализа. Наконец, чтобы сравнить физические свойства различных форм, модели для изучения могут быть изготовлены при помощи лазера.

На стадии эскизного проектирования с помощью параметрического метода можно быстро создать несколько эскизов, которые бы отвечали определенным критериям архитектурного и структурного проектирования. Преимущество данного процесса заключается в том, что он представляет собой набор взаимообусловленных задач, как, например, планирование и проектирование, наглядность, анализ и моделирование.

Из имеющихся форм для исследования были отобраны четыре. Все они имеют одинаковый функциональный тип, общую площадь и высоту этажа.

Функции:

- офисы: 185 806 кв. м;
- офисная зона № 1: 92 903 кв. м,
- офисная зона № 2: 92 903 кв. м;
- гостиница: 41 806 кв. м;
- служебные помещения: 13 935,45 кв. м;
- гостиничные номера: 27 870,9 кв. м;
- жилая площадь: 55 741,8 кв. м;
- ресторан: над жилыми этажами;
- смотровая площадка: над рестораном;
- фойе: главное и три дополнительных (в офисной зоне № 2, гостинице и жилой части);
- технические этажи: четыре.
- Высота этажей:
- офисы: 3,81 м;
- гостиница и жилая площадь: 3,81 м;
- ресторан и смотровая площадка: 3,81 м;
- фойе: главное – 11,43 м, остальные – 7,62 м;
- технические этажи: верхний – 8,69 м;
- остальные – 7,62 м.



Площадь и корректировка размеров по таблице зонирования и вычисления площади:

- основание: около 3716,12 кв. м;
- вершина: около 1124,126 кв. м.

Для рационального проектирования необходима корректировка размеров.

Трансформирующаяся форма (03-34-b-m)

Высота конструкции – 452,78 м, 123 этажа, эксплуатируется 77,3% общей площади, площадь фасада – 90 952,03 кв. м. Здание имеет треугольную форму в основании: каждая из сторон составляет 91,44 м, верхняя часть представляет собой Y-образную конструкцию 34 (рис. 5). У здания девять сторон. Шесть сторон – параболические, в то время как подъем и три срединные стороны – плоские (рис. 6). Параметры параболической стороны – 35,05 м в основании и 20,24 м – в верхней части, а плоская сторона – 21,34 м и в основании, и в верхней части. Коническая форма здания обуславливает наличие различных перекрытий от 3613, 93 кв. м на нижнем этаже здания до 11 486,45 кв. м на вершине.

Сводная таблица строительных данных выглядит следующим образом:

- Высота: 452,78 м.
- Общее количество этажей: 123
- офисная зона № 1 – 28, офисная зона № 2 – 35,
- гостиница (служебные помещения) – 6,
- гостиница (жилые помещения) – 13,
- апартаменты – 32.
- Общая площадь: 306 951,5 кв. м,
- офисная зона № 1 – 92 066,87 кв. м,
- офисная зона № 2 – 92 810,09 кв. м,
- гостиница(служебные помещения) – 13 563,83 кв. м,
- гостиница (жилые помещения) – 27 313,48 кв. м,

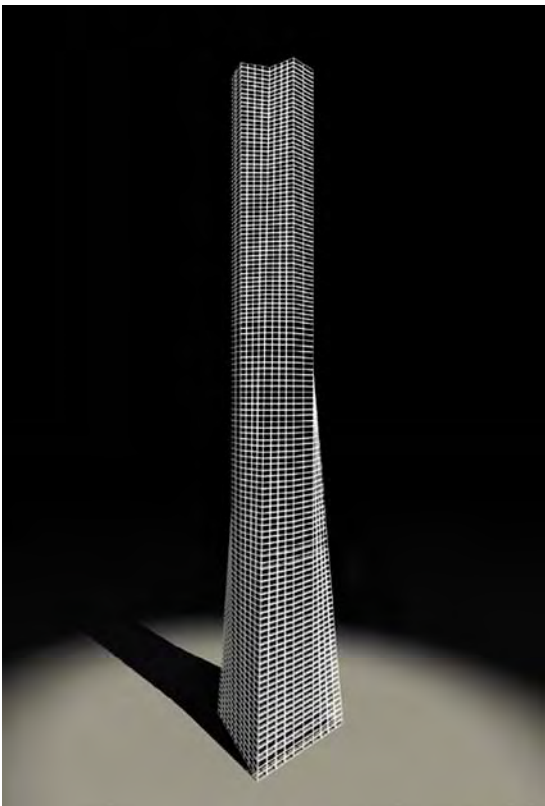


Рис. 6. Архитектурная и конструктивная визуализации

- апартаменты – 56 670,83 кв. м.
- Эксплуатируемая площадь: 77,3%,
- офисная зона № 1 – 77,3%,
- офисная зона № 2 – 71,5%,
- гостиница (служебные помещения) – 83,6%,
- гостиница (жилые помещения) – 82,3%,
- апартаменты – 84,2%.

В этом здании рамная конструкция ядра со сдвижкой стен позволяет создать устойчивую структуру. Для ее усиления можно использовать дополнительные консольные балки и связующие фермы на технических этажах. Расстояние между наружными опорами в основании здания составляет 8,7 м и постепенно сокращается до 5,05 м на вершине. Для плоских сторон пролет между опорами – 10,6 м и у основания, и наверху. При необходимости на плоских сторонах можно установить диагональное крепление. ■

Окончание в следующем номере

ЛИТЕРАТУРА

Beedle, Lynn S. Architecture of Tall Building: Council on Tall Building and Urban Habitat. New York: McGraw Hill, 1995;
Riley, T. Tall Buildings. New York: The Museum of Modern Art., 2004;
Krawczyk, R. J. Program as pencil: Proceedings of Association for Computer Aided Design in Architecture, 1997, pp. 95-109;
Choi, Y. S. A study on planning and development of tall building. Thesis (PhD). Illinois Institute of Technology, 2000;
Jirapong, K. Discovering architecture within a seashell. Thesis (PhD). Illinois Institute of Technology, 2002;
Zhang, N. A. Computer-based environment for preliminary structural design, design collaboration and design automation of tall buildings. Thesis (PhD). Hong Kong University of Science and Technology, 2001;
Taranath, B. S. Steel, concrete, & composite design of tall buildings. New York: McGraw-Hill, 1998.

КОМАНДНЫЙ ПОДХОД



Даниил Афремов

В 1885 году Чарльз Уильям Бовис организовал в Лондоне небольшую фирму «Бовис», которая впоследствии выросла во всемирно известную компанию по управлению строительными проектами. В 1999 году «Бовис» была приобретена крупной австралийской корпорацией «Ленд Лиз», специализирующейся на девелопменте и инвестициях в недвижимость, ее нынешнее название – «Бовис Ленд Лиз» (Bovis Lend Lease). Об опыте работы над уникальными объектами нам рассказал директор по развитию бизнеса Московского представительства компании «Бовис Ленд Лиз» Даниил Афремов.

Текст СЕРГЕЙ ШЕЛЕШНЕВ, фото компании Bovis Lend Lease

Сегодня «Бовис Ленд Лиз» имеет представительства в более чем 20 странах мира, в том числе и в России. Опыт реализации высотных проектов наработан ею в США, Великобритании, Австралии, Юго-Восточной Азии и континентальной Европе. Среди наиболее значимых реализованных объектов можно назвать Olympic Village в Сиднее, здание Trump Tower в Чикаго, комплексную застройку Canary Wharf в Лондоне, торговый комплекс Blue Water в Великобритании, башни Petronas в Малайзии.

В каких странах компания «Бовис Ленд Лиз» занимает лидирующие позиции и чем это объясняется?

Наиболее сильны позиции «Бовис Ленд Лиз» в Великобритании, Австралии и США. Лидирующее положение в Великобритании объясняется тем, что компания «Бовис» была одним из первых генеральных подрядчиков, появившихся на британском рынке. На австралийском и тихоокеанском рынках сильные позиции компании связаны с длительным опытом работы корпорации «Ленд Лиз» в этом регионе и множеством технически сложных реализованных проектов.

На правах рекламы

Petronas Towers,
Куала-Лумпур



Шереметьево.
Терминал D

Чем отличается работа компании в России от деятельности в других странах? Каковы различия нормативно-правовой базы, взаимодействия с подрядчиками, проектировщиками?

Одним из ключевых отличий в работе компании в России является спектр предоставляемых услуг. В отличие от своих основных рынков, где «Бовис Ленд Лиз» (БЛЛ), как правило, выступает в качестве генерального подрядчика, в России она специализируется на управлении строительными проектами. Кроме того, наша материнская компания «Ленд Лиз» на данный момент не инвестирует в девелоперские проекты в Российской Федерации. При этом хотелось бы отметить, что за 19 лет работы в России БЛЛ удалось реализовать более 70 проектов различной степени сложности. В их числе – строительство терминала «Шереметьево-3», МФЦ «Метрополис», завода флот-стекла компании «Пилкингтон», МФЦ «Лотте Плаза».

Требования к качеству ведения и организации работ, к соблюдению техники безопасности на объектах БЛЛ одинаковы как в России, так и во всех странах мира, где трудится наша компания.

Среди особенностей работы в РФ хочется отметить длительность и объем получения согласований, слабое внимание, уделяемое подрядчиками технике безопасности и охране окружающей среды, а также значительное количество спекулятивных проектов, не имевших четкой финансовой модели, что мы наблюдали до наступления финансового кризиса 2008 года. Несмотря на имеющиеся различия применяемых в России и за рубежом нормативно-правовой базы и стадий проектирования, порядок отбора и контрактации подрядчиков/проектировщиков очень схож. В России мы применяем те же тендерные требования и формы контрактов, что и на наших зарубежных проектах.

С какими проблемами «Бовис Ленд Лиз» сталкивается при работе на территории РФ, связано ли это в какой-либо степени с российским менталитетом? Существуют ли позитивные моменты работы в данном регионе?

Помимо упомянутых выше проблем с соблюдением требований техники безопасности, хочется также отметить характерную для РФ ситуацию

взаимного недоверия участников девелоперских проектов (инвестор, подрядчик, проектировщик), при которой стороны стараются заложить в контракты «ловушки» для своих партнеров. Также к числу проблем можно отнести сложности с наймом технически грамотной рабочей силы и неоправданно высокую стоимость строительных материалов и некоторых видов работ. Кроме того, значительные сложности порождает несогласованность требований, изложенных в разных нормативных документах. В некоторых случаях они полностью противоречат друг другу.

Среди положительных моментов можно отметить значительное количество крупномасштабных проектов, реализуемых в России. К работе над многими крупными девелоперскими заказами привлекаются ведущие иностранные и российские архитекторы, что позволяет получить высокое качество проектных решений. Одним из важных изменений, позитивно влияющих на строительный бизнес в России, мы считаем стремление ряда регионов РФ к обеспечению девелоперских и промышленных строительных проектов под-

готовленными земельными участками и инженерной инфраструктурой.

Управляющая компания «Бовис Ленд Лиз» предоставляет наиболее широкий спектр услуг на российском строительном рынке. Какие компании являются конкурентоспособными и могут предложить дополнительные услуги, которых не оказываете вы?

На сегодня здесь имеется значительное количество иностранных и местных фирм, оказывающих услуги по управлению строительными проектами, техническому надзору и консультациям в данной отрасли. Среди общего числа управляющих компаний выделяются те, которые помимо управления строительством занимаются



также проектированием. Некоторые заказчики считают получение такого комплексного «пакета» (управление+проектирование) удобным подходом. На наш взгляд, при имеющихся преимуществах, он эффективен не для всех видов проектов.

В чем экономическая целесообразность привлечения таких компаний, как ваша, к строительству уникальных объектов?

Одной из ключевых задач БЛЛ как компании, управляющей строительством, является соблюдение утвержденного бюджета строительства, а по возможности и его сокращение. Помимо жесткого контроля за стоимостью строительно-монтажных работ, мы активно занимаемся оптимизацией проектных решений с целью поиска наиболее эффективных.

Экономия при правильном управлении проектом может достигать 10-15% от общего бюджета строительства, что существенно в сравнении со стоимостью управленческих услуг, в среднем составляющих 2-5% от стоимости строительства.

Так, при сооружении крупной табачной фабрики в Ленинградской области проект был реализо-



Завод «Пилкингтон»



ван с экономией в 10% от бюджета строительства, достигнутой за счет грамотного проведения тендеров на пакеты работ и жесткого контроля за расходованием средств.

Является ли наличие на строительном рынке профессиональных управляющих компаний объективной необходимостью или достаточно эффективна схема «заказчик – подрядчик» или «заказчик – проектировщик»? Возможны ли другие комбинации, и в каких случаях?

Схема «заказчик – подрядчик», безусловно, приемлема, однако в таком случае заказчик должен иметь в штате большую команду профессионалов, способных грамотно управлять проектом. Такая схема удобна для крупных девелоперов, реализующих схожие проекты на регулярной основе. А вот для разовых инвесторов, для промышленных предприятий, строящих собственное производство, а также для крупных девелоперов, реализующих технически сложные уникальные проекты, использование профессиональной управляющей компании, действительно, является объективной необходимостью.

Привлечение специалистов высокого класса дает возможность использовать кадровые ресурсы, обладающие необходимой квалификацией для реализации конкретных типов проектов, применить международный опыт и технологии, а также гарантировать качественное выполнения работ.

В отличие от собственной команды заказчика, несущей крайне ограниченную ответственность за соблюдение бюджета, сроков и иные аспекты проекта, специализированные управляющие компании отвечают перед инвесторами своей репутацией и профессиональной ответственностью, предусмотренной контрактом.

Как формируется и на чем основана система ценообразования услуг компании «Бовис Ленд Лиз»?

Эта стоимость зависит от вида оказываемых услуг и состава персонала, привлекаемого для реализации проекта. Для каждого из них создается собственная команда управления, продолжительность ее работы и стоимость услуг конкретных специалистов формируют общую цену участия компании в данном проекте.

По каким критериям ведется формирование команды «Бовис Ленд Лиз» для осуществления того или иного проекта? Являются ли они стандартными, сформированными на основании длительного опыта, и применимы ли при выполнении работ любой сложности и в различных регионах мира?

Все заказчики и проекты у нас разные. Объемы услуг на каждом из них, как правило, отличаются друг от друга. В связи с этим управленческие команды каждый раз также отличаются по своему количественному составу и уровню привлекаемых специалистов. «Бовис Ленд Лиз» проповедует философию «Одна команда – один проект». Это позволяет полностью сосредоточиться на данном проекте. В зависимости от его сложности и требований заказчика мы принимаем решение о привлечении ресурсов из наших подразделений в Австралии и в Европе. Большинство наших проектных команд состоит как из российских, так и иностранных специалистов, что позволяет эффективно использовать и международный опыт, и хорошее знание российских условий. Костяк любого из подразделений составляют сотрудники со значительным опытом работы в БЛЛ.

А сколько в такой команде местных специалистов?

80-85% от общего числа привлекаемых специалистов – это россияне. Мы проводим обучение персонала по стандартам компании БЛЛ, включая командирование сотрудников на временную работу в наши представительства за рубежом.

Как осуществляется контроль качества строительных работ?

При выполнении этой задачи БЛЛ руководствуется существующими российскими нормативами, а также конкретными техническими требованиями заказчиков. Контроль качества на стройплощадке осуществляется по правилам нашей компании с составлением как внутренних отчетных доку-



Транспортный терминал «Москва-Сити», участок 11

ментов, так и актов, предписанных российским законодательством. На большинстве реализуемых проектов БЛЛ оказывает услуги технического/строительного контроля.

Какую финансовую и юридическую ответственность несет компания в случае нарушения сроков, качества и безопасности проекта?

Ответственность компании определяется согласно договору с заказчиком и зависит от множества факторов, в том числе от вида оказываемых услуг, масштаба проекта, порядка финансирования и т. п.

По вашему мнению, какой выполненный проект является гордостью компании «Бовис Ленд Лиз» и какой был самым сложным (масштабным, проблемным, политически зависимым)?

Наиболее сложным и технически, и политически, но в то же время наиболее интересным с технической точки зрения для нас стал проект общественного центра «Охта» в Санкт-Петербурге, управление которым БЛЛ осуществляла на протяжении трех лет. Однако этот проект высотного строительства был приостановлен в конце 2010 года, уже после получения положительного заключения государственной экспертизы.

А какой объект за последние, скажем, 10 лет деятельности компании содержал самый большой процент соотношения «проблема – решение»?

Любой из крупных строительных проектов по-своему сложен. В некоторых случаях это проблемы финансирования и юридического характера. Иногда мы сталкиваемся с техническими сложностями и непредвиденными обстоятельствами – такова специфика нашей профессии. Однако за время работы в России у нас не было проектов, проблемы реализации которых, лежащие в сфере ответственности БЛЛ, не были бы решены с помощью российской команды либо специалистов из зарубежных представительств.

Российские проектировщики, строители нарабатывали уже достаточно большой опыт и продолжают свое развитие, взаимодействуя с зарубежными компаниями, в том числе и с вашей. Какие наши компании вы можете отметить как перспективные с профессиональной точки зрения?

Таких немало. В их числе ГПИ-2, Горпроект, Моспроект-2, НИИОСП, НИИЖБ, НИИПИ Генплана г. Москвы, Российское отделение компании OVE ARUP и другие. ■





ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ТАНДЕМ



Строительная компания MERO TSK International приобрела сильного партнера на российском строительном рынке. Успешно преодолев трудности мирового кризиса, фирма «Алютерра СК» не только крепко стоит на ногах, но и успешно развивается, привлекая тем самым западных партнеров. Выступая одним звеном, обе компании открывают для себя новые возможности на строительном рынке Восточной Европы и уверенно смотрят в будущее.

Текст ЕКАТЕРИНА БАРМИЧЕВА, фото Алютерра СК

Уникальный строительный альянс рождается на рынке России: международная компания MERO TSK, прославившаяся во всем мире своими нестандартными технологическими решениями в сфере современного строительства, теперь выходит и на наш отечественный рынок, заключив партнерское соглашение с ATSK KOMPLETT Berlin Bauhandel GmbH (Германия), являющейся дочерней фирмой группы компаний «Алютерра СК».

Алютерра СК работает, как и многие зарубежные коллеги, в сфере строительных услуг эксклюзивного характера. Поэтому факт получения лицензии от ведущей мировой компании доказывает состоятельность и профессиональную мощь российской строительной фирмы. Подобное сотрудничество

позволяет привнести кардинально новые элементы в архитектурный ландшафт России. В портфолио немецкого гиганта MERO TSK не просто современные и качественные объекты городской застройки – это подлинно уникальные сооружения, возведенные по принципиально новым технологиям. Они вызывают у современных людей не меньше восхищения, чем легендарная Пизанская башня, стоящая вопреки обычным законам физики. Но в отличие от нее, все постройки MERO TSK просчитаны и безошибочны, учтены все важнейшие факторы, вплоть до климатических условий региона и грунтовых характеристик места застройки.

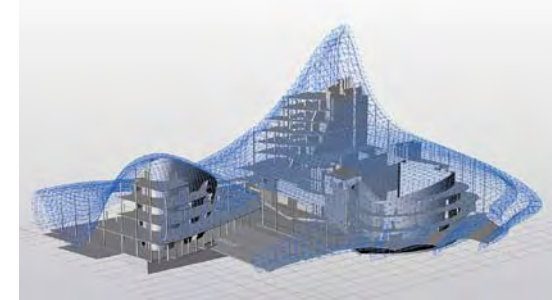
Например, Культурный центр им. Гейдара Алиева в Баку, Азербайджан, возведенный компанией MERO TSK, заслуженно получил мировую извест-

ность. Действующий президент республики Ильхам Алиев решил в память об отце, бывшем президенте Гейдаре Алиеве, создать в Азербайджане масштабный и исторически ценный объект.

Каркас будущего здания, разработанный архитектором Захой Хадид, словно продолжает окружающий ландшафт и напоминает парящее стеклянное полотно. На этапе проектирования фасад центра вызывал неоднозначные высказывания критиков, однако ныне, по окончании строительства, безоговорочно воспринимается как произведение искусства.

Комплекс состоит из двух зданий, внутри которых располагаются музей и объединенные сквозными проходами аудитории, библиотеки, а также концертный зал и ресторан. Помещение замыкает конференц-центр с 3 лекционными залами. При этом рельеф амфитеатров в лекционных залах следует крутым зигзагам фасада, не содержащим ни одной прямой линии. Своим асимметричным силуэтом комплекс напоминает плавно ниспадающий водопад.

С технической точки зрения соблюдение сложной геометрии зданий оказалось возможным только благодаря пространственной технологии компании MERO TSK (система K+K). Ее суть заключается в сочетании всевозможных внутренних опор и узлов, уникальных в своей непохожести, и держащейся на них бетонной кровли специальной структуры, укрепленной стекловолокном. Внутри, в самой высокой точке, конструкция достигает высоты 74 м, она полностью обтянута навесным



Культурный центр им. Гейдара Алиева, Баку, Азербайджан

Компьютерная модель центра

потолком, что визуально еще больше расширяет границы пространства. Снаружи же площадь ее поверхности составляет около 33 000 кв. метров. Всего на кровлю было израсходовано около 1000 тонн металлических конструкций.

Объект настолько удивил и вдохновил мировую общественность, что ему был посвящен целый выпуск авторской передачи на телеканале Discovery о грандиозных архитектурных проектах мира – Build it Bigger. Ведущий – эксперт по глобальной архитектуре Дэнни Форстер назвал его амбициозным памятником архитектуры, который олицетворил собой свободу и независимость азербайджанского народа. «В отличие от квадратной архитектуры советской эпохи, это сооружение представляет собой плавные, асимметричные линии, без каких-либо границ между стенами, крышей и полом. Я никогда не видел ничего подобного, оно как будто взмывает в воздух прямо со своего места», – отметил Форстер.

MERO TSK оставила свой архитектурный след и в Милане, Италия, при строительстве масштаб-



Международный торговый центр «ЕВРОВИЗ», Братислава, Словакия



ного выставочного центра. Его огромную площадь (345 тыс. кв. м) занимают 8 крупнейших выставочных павильонов, в том числе 4 одноуровневых, 2 двухуровневых и еще 2 нетиповых одноуровневых, в которых расположились 74 конференц-зала, 20 ресторанов и 57 баров. Но прежде чем насладиться интерьерами помещений и разнообразием предоставляемых услуг, посетители получают массу впечатлений от внешнего вида здания. Над входом в выставочный центр возвышается его эмблема, выполненная в форме стеклянно-металлической синусоиды высотой 37 метров. Решенная в свободной пластике, она состоит из двух изогнутых обтекаемых фигур: одна из них круто вздымается ввысь и напоминает вулкан, другая – подобно кратеру – плавно низвергается внутрь одного из павильонов до самого пола.

Кроме того, застекленные крыши павильонов центра объединены общей кровлей с филигранной поверхностью. Этот огромный стеклянный «парус», словно свободно наброшенный плащ, накрывает здание от западного до восточного входа выставочного центра. Длина этого необычного и во всех смыслах художественного творения составляет 1,3 км, средняя высота – около 16 метров, а максимальная – 26 метров. Сооружение выглядит настолько неординарно и так отличается по свое-

му дизайну от уже привычных глазу «стекляшек», что многие итальянцы уже признают его одним из символов Милана. По оценке мировых специалистов, компания MERO TSK осуществила такой выдающийся и новаторский проект благодаря смелому использованию нестандартных строительных материалов в виде сегментированных конструкций и большому опыту по их установке.

Хотелось бы также отметить и международный торговый центр «ЕВРОВИЗ» в Братиславе (Словакия), на реке Дунай. Многофункциональный объект включает в себя не только торговый центр, но и четыре здания с квартирами класса «люкс», административное помещение, 5-звездочный отель, кинотеатр и фитнес-центр.

Уже издалека наблюдателя поражает своей внушительностью крыша торгового центра площадью 5 900 кв. м. На первый взгляд, она выполнена из несочетающихся элементов креплений: стекла и металла. Однако это совершенно не снижает прочности конструкции, поскольку стеклянные части изготовлены в виде ударопрочного изоляционного стеклопакетов, а геометрия всей кровли соответствует конфигурации этажей неравномерного контура здания. Но что удивляет больше всего – это невозможность появления деформационных швов благодаря специальной технологии укладки составляющих элементов. Для данной постройки компания MERO TSK использовала свою собственную систему MeroBlockknoten.

Не обошлось без новаторских решений специалистов компании и при создании элементов внутреннего декора. На территории торгового центра расположен фонтан со стеклянным дном, продолжающий общую концепцию строения. Конструкция оснащена осветительными приборами таким образом, что свет проникает и рассеивается на нижележащие этажи, при этом стеклянное дно фонтана служит в качестве гидроизоляционного слоя и полностью исключает возможность протечки.

Что касается административной части архитектурного ансамбля «ЕВРОВИЗ», то ее фасад имеет сложную геометрическую форму и выполнен из треугольных изоляционных стеклопакетов высотой 3,5 метра каждый. Этот впечатляющий результат достигнут благодаря творческому потенциалу специалистов, за счет использования все той же системы Blockknoten, а также новой разработки компании MERO TSK – так называемых фрезерованных, или «звездных», узлов крепления стоек. При этом поиск эстетически привлекательных архитектурных форм не помешал возведению здания, отличающегося высокой прочностью и устойчивостью.

MERO TSK не остановилась на реализации культурно-развлекательных проектов и внесла свой профессиональный вклад в развитие объектов спорта, возведя по уникальной технологии новый стадион в Донецке (Украина). Он был спроектирован ведущей мировой компанией «АрупСпорт» (ArupSport) для участника Лиги чемпионов УЕФА – футболь-



Выставочный центр, Милан, Италия

Стадион, Донецк, Украина

ного клуба «Шахтер». Идея архитектора заключалась в создании над стадионом цельной крыши без патрубков, наклоненной с севера на юг и повторяющей ландшафт местности. Кроме того, предусматривались стеклянный фасад и пересекающиеся пешеходные дорожки для беспрепятственного перемещения посетителей комплекса как в игровые, так и в неигровые дни. Внутри стадион имеет классическую овальную форму, создающую оптимальную атмосферу и прекрасный обзор для зрителей.

Сейчас по воздушному и легкому виду этой арены и не скажешь, что на этапе монтажа две части конструкции крыши стадиона пришлось предварительно собирать на земле из восьми больших сегментов. Каждая из обеих частей весит более 100 тонн. Затем их подняли с помощью 650-тонного крана с решетчатой стрелой и разместили между пространственными решетчатыми балками. В описании процесс выглядит трудоемким, но можно сказать, что замысел архитекторов был материализован с относительной легкостью благодаря передовым технологиям компании MERO TSK, которые, как уже сказано в самом начале, позволяют реализовывать идеи архитекторов в любой точке земного шара и вне зависимости от внешних факторов. Что касается стадиона в Донецке, то двенадцать сегментов его крыши спроектированы таким образом, что могут

с легкостью выдержать возможные подвижки грунта, так как объект находится в зоне работ по добыче угля. MERO TSK, как всегда, сработала на «отлично», доказательством чего стал тот факт, что арена была признана соответствующей пятизвездочным стандартам УЕФА, установленным для стадионов. Площадка рассчитана на одновременное присутствие 50 000 зрителей, и во время чемпионата по футболу Евро-2012 здесь будут проводиться матчи.

Благодаря своим технологиям и сотрудничеству с ведущими строительными компаниями, MERO TSK удалось реализовать целый ряд уникальных проектов по всему миру. Теперь, когда она приобрела такого партнера и в России – отечественную строительную фирму «Алютерра С.К.», – есть шанс на появление чего-то грандиозного и громкого с точки зрения архитектуры и в нашей стране. Для этого имеются все предпосылки, ведь обе компании смотрят и действуют в одном направлении: воплощение инновационных идей в области фасадного строительства с помощью высокоэффективных технологических решений. Выступая одним звеном, обе строительные компании уже планируют географическое продвижение в Восточную Европу, и будем надеяться, что в ближайшем будущем порадуют нас совместным шедевром архитектуры мирового уровня. ■



ИНЕРЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СООРУЖЕНИЙ

Последние полвека отмечены беспрецедентным ростом строительства высотных зданий и сооружений, отличающихся сложностью архитектурных решений, свободой творческих концепций, искусством конструктивных подходов, что, несомненно, является следствием революционных усовершенствований методов проектирования.

Текст ТРЕВОР ХАСКЕТТ, СКОТТ ГЕМБЛ, Motioneering Inc., СТОЯН СТОЯНОВ, RWDI, Канада

Цифровые способы расчетов позволяют со значительно большей точностью прогнозировать поведение той или иной конструкции в условиях экстремальных нагрузок, а современные решения аэродинамической и динамической оптимизации дают возможность создавать архитектурные формы с высотностью и стройностью линий, считавшимися недостижимыми еще в недавнем прошлом. Проектировочные решения становятся все более смелыми, и в случаях, когда применение традиционных методов снижения инерционных колебаний создает определенные ограничения, они преодолеваются путем исполь-

зования регулирующих демпферов массы (TMD), колонных жидкостных демпферов (TLCD) и других новейших технических устройств. В настоящей статье рассматриваются несколько примеров решений проблемы инерционных колебаний, разработанных компанией Motioneering Inc., с использованием экспериментальной установки ветрового тоннеля компании RWDI.

КРУПНЕЙШИЙ TLCD В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ
В качестве одного из основных примеров гашения колебаний можно назвать 308-метровую башню Comcast Center (известную также как One Pennsylvania Plaza) в Филадельфии (штат Пенсиль-

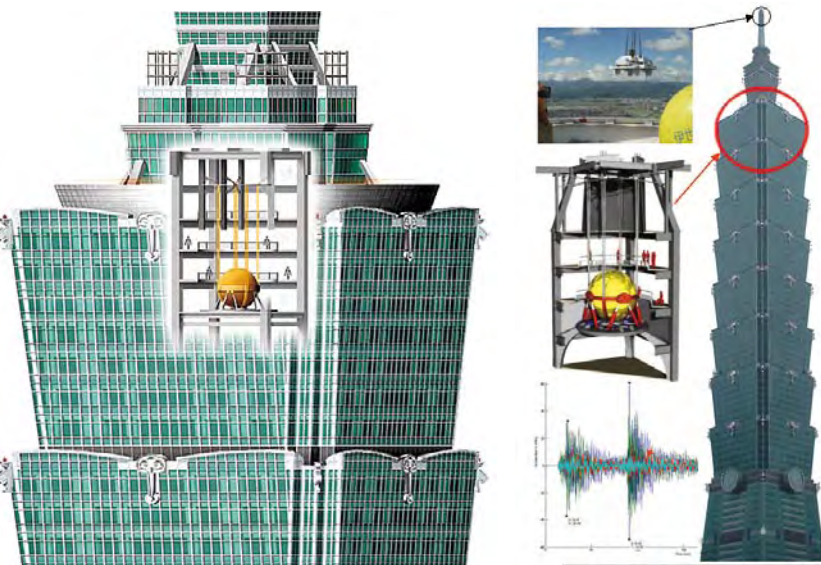


вания, США). Здесь находится один из крупнейших в мире и, вероятно, самый большой в Северной Америке TLCD. Из-за достаточно узкого профиля здания демпфирование потребовалось предусмотреть лишь в одном направлении, в отличие от более распространенной конфигурации, которая предполагает наличие двух перпендикулярно расположенных водяных баков. Первоначально расчетные ускорения значительно превышали допустимые параметры, необходимые для комфортного нахождения в здании, что потребовало достичь крайне высокого показателя соотношения масс для решения проблемы инерционных колебаний. Двигающаяся масса TLCD включает более 1 200 000 л воды, размещенных в баке необычной, практически квадратной формы. Увеличенная ширина бака потребовала разбивки его по длине для предотвращения смещения водяной массы от оси.

TLCD здания Comcast Center располагается в верхней части небоскреба на высоте 280 м над техническим этажом. Компания Motioneering Inc. также проектировала TLCD для здания Random House в Нью-Йорке (штат Нью-Йорк, США) – вес 644 тонн, и Wall Financial Centre в Ванкувере (провинция Британская Колумбия, Канада) – вес 417 тонн.

TAIPEI 101: СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЕГИСТРИРУЕТ ВОЛНОВОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ
Компания RWDI также провела процесс аэродинамической оптимизации для второго по высоте здания в мире – Taipei 101 (Тайвань). Для того, чтобы снизить воздействие сильных ветровых нагрузок

и гасить инерционные колебания, были применены профильные срезанные углы. В верхней части небоскреба установлен демпфер массой 660 т, способный гасить индуцированные ветровые колебания здания приблизительно на 30%, а в верхней башне находятся два дополнительных пятитонных демпфера для гашения вихревых потоков и ускорений. Компания Motioneering Inc. также спроектировала и установила мониторинговую систему, которая



состоит из анемометра и группы акселерометров. Данные о силе ветра, движениях TMD и колебаниях здания фиксируются и передаются в офис через Интернет. Система записывает реакцию TMD на колебания здания, и собранная информация используется служебным персоналом Taipei 101 для управления демпферами, а также позволяет осуществлять их обслуживание и профилактический ремонт.

Эта активированная система зарегистрировала амплитуду колебаний редкого волнового землетрясения, которое произошло утром 3 марта 2006 года в Тайпее. TMD были установлены главным образом для гашения колебаний от ветровых нагрузок, однако они также контролируют реакцию здания на сейсмические воздействия. В данном случае система TMD реагировала в точном соответствии с прогнозами инженеров компании Motioneering Inc., представленными на стадии разработки проекта.

НЕБОСКРЕБ BLOOMBERG (ЛУЧШИЙ ПРОЕКТ 2004 ГОДА)
Одним из интересных примеров можно считать небоскреб Bloomberg, расположенный по адресу: 731 Lexington Ave в Нью-Йорке (США), который был признан журналом New York Construction «Проектом 2004 года» в категории зданий многофункционального использования.

Компания Motioneering Inc. спроектировала и поставила уникальную демпферную систему, предназначенную для гашения ветровых инерционных колебаний каркаса здания. TMD представ-

Система контроля инерционных колебаний небоскреба Taipei 101 (Тайвань)
Ускорение, вызванное волновым землетрясением
Колебания здания TMD



Система контроля инерционных колебаний моста Skywalk над Grand Canyon, США

ляет собой двухмассовую систему, что позволило разместить его в ограниченном вертикальном пространстве высотой 7,6 метра.

МОСТ SKYWALK НАД GRAND CANYON И TMD (ПО ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ПРОЕКТУ)

Представьте, что вы стоите на стеклянном полу консольного моста, нависающего над пропастью каньона глубиной 1150 метров. Мимо вас проходит группа людей, и вы чувствуете, что мост начинает раскачиваться. Будете ли вы чувствовать себя в безопасности?

Такую проблему необходимо было решить разработчикам моста Skywalk над Grand Canyon в штате Аризона (США). Первоначальное изучение ветровых и пешеходных колебаний Skywalk, проведенное компаниями Motioneering Inc. и RWDI, показало, что инерционные вертикальные колебания первой модели моста могут достичь недопустимых пределов в результате воздействия ветра или небольшого числа быстро движущихся людей. В данном случае вместо затратных работ по перепроектированию моста было найдено оптимальное решение – установить TMD для усиления динамических показателей конструкции. В результате было

решено расположить три демпферных устройства в балке коробчатого сечения пешеходного моста. Указанная система контроля инерционных колебаний установлена, опробована, и в настоящее время Skywalk открыт для посетителей.

TMD БУРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ «САХАЛИН-1»

Первый TMD в опыте компании Motioneering Inc., а возможно, и в мире, был успешно установлен на плавучей нефтегазовой буровой платформе «Орлан» в рамках проекта «Сахалин-1» в России.

Целью разработанного в Канаде TMD является защита буровой установки от сейсмических воздействий.

Первоначальный проект принадлежит канадской компании Sandwell Engineering Inc., находящейся в Ванкувере. Компания Motioneering Inc. была привлечена к детальной разработке проекта TMD, а также к контролю над производством его компонентов и их испытаниям. Система представляет собой пассивный TMD, масса которого поддерживается на резиновых подшипниках, соединенный с приспособлениями для гашения кинетической энергии. Отдельные компоненты TMD были изготовлены в США и Канаде, а производство и сборка осуществлены на заводах тяжелого машиностроения компании Hyundai в Корее.

В соответствии с требованиями безопасности в нефтегазовой промышленности, для TMD было спроектировано специальное взрывозащитное ограждение. Реальную проблему представляли низкие температуры в связи с размещением платформы в Охотском море, которое семь месяцев в году покрыто льдом. Длительная герметизация



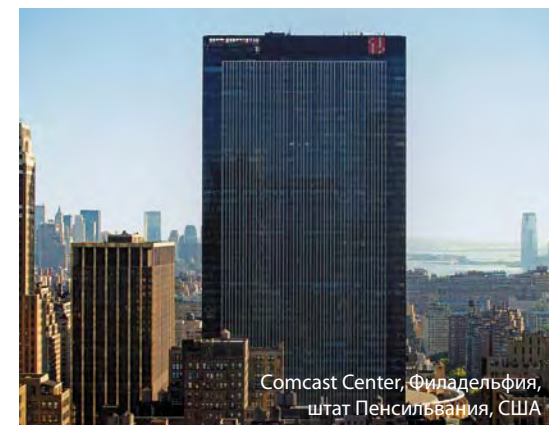
Comcast Center, Филадельфия, штат Пенсильвания, США

вязких демпферных устройств была обеспечена использованием фиксаторов трения, блокирующих движущуюся массу в периоды частых ветровых и штормовых нагрузок.

МЕМОРИАЛ ВВС США «СТРЕЛЫ»: ПОЛНОМАСШТАБНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Довольно часто уникальные сооружения, такие как архитектурные памятники, неустойчивы с точки зрения аэродинамики. Однако вследствие накопленного опыта в областях аэродинамики, управления инерционными колебаниями, акустики, испытаний на шумовую динамику и конструктивную жесткость подобные сооружения можно строить практически безопасными.

Проект Мемориала ВВС США – три устремленные вверх стрелы, – выполненный компанией Arup, включал сферические встроенные демпферы для гашения ветровых нагрузок. После проведения RWDI испытаний в аэродинамической трубе была



выявлена необходимость в демпферном усилении конструкции. Компания Motioneering Inc. провела лабораторные акустические испытания, а также испытания смонтированного памятника на месте. Сложность работ в этом масштабном проекте заключалась в проведении серии точных лабораторных испытаний при одновременном координировании их с работой проектной команды и интересами заказчиков. Целью испытаний стало выявление демпферных характеристик и уровня влияния демпферов на шумовые параметры. Лабораторные испытания показали, что зарегистрированное демпфирование незначительно превышает требуемое, а возникающие шумовые уровни приемлемы для проектных уровней ветровых нагрузок.

Испытания на месте потребовали установки многочисленных акселерометров наверху каждой стрелы и в местах демпферных воздействий. Верх каждой стрелы был затем подвергнут натяжной нагрузке. Все количественные данные по воздействию на них и ответной реакции фиксировались и записывались. Для установки временного оборудования компания Motioneering Inc. пригласила профессиональных альпинистов из английской компании Ropelink. Воздействие на каждую стрелу



Платформа «Сахалин-1», Охотское море, Россия



Небоскреб Bloomberg, Нью-Йорк, США

осуществлялось с помощью недавно разработанных виброустановок, гидравлически управляемых погрузчиками Skidsteer. Поступающие данные записывались и обрабатывались системой амплитудного и частотного анализа. Виброустановка была соединена свисающим кабелем с верхушкой каждой стрелы. Подобное устройство применялось при испытаниях вант моста Sunshine Skyway Bridge в городе Тампе, штат Флорида, США.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания Motioneering Inc. – признанный специалист в области контроля инерционных колебаний, динамического анализа на жесткость конструкций и экспериментальных испытаний уникальных сооружений. Компания RWDI лидирует в вопросах консультаций по ветровой инженерии, а также в областях управления качеством воздуха и мониторинга шумовых нагрузок. Обе фирмы входят в состав RWDI Group, которая отмечает в этом году 35-летие. Представленные выше примеры составляют лишь небольшую часть многочисленных успешных проектов с участием этих фирм, одновременно выступая свидетелями новых замечательных открытий современности. ■



20 лет РАЗВИТИЯ

ЗАО «ТАТПРОФ» в течение 20 лет работает на рынке алюминиевых профилей и конструкций. Предприятие производит алюминиевые профили широкого ассортимента и высокого качества – занимается их разработкой, производством, продвижением и продажей.

Материалы предоставлены ЗАО «ТАТПРОФ»

Благодаря уникальному комплексу физико-химических, механических и технологических свойств, алюминий стал одним из важнейших конструктивных материалов, находящихся широкое использование в ключевых отраслях экономики.

СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОФИЛЯ:

- изготовление металлоконструкций, строительство, сортамент;
- архитектурные светопрозрачные конструкции и облицовка фасадов зданий;
- оформление интерьеров выставочных помещений;
- конструкции для натяжных потолков;
- установка офисных перегородок;
- изготовление мебели, шкафов-купе;
- электротехническое оборудование (шина, полоса);
- машиностроение (борт, пороги, облицовка);
- изготовление рекламных носителей и торгового выставочного оборудования.

18 лет компания выпускает собственную запатентованную систему светопрозрачных алюминиевых конструкций «ТАТПРОФ», входящую в список ста лучших товаров России и пяти лучших товаров Татарстана. По оценке специалистов, она является лучшей отечественной системой в своем сегменте рынка, а изделия, выпускаемые на ее основе, соответствуют требованиям всех действующих стандартов и СНиПов.

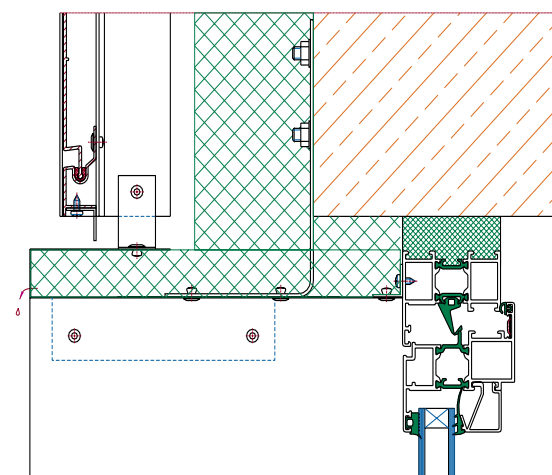
Их главные достоинства – практически неограниченные возможности применения, современный европейский дизайн, высокая технологичность и простота монтажа, доступная стоимость. Все элементы конструкций сведены в соответствующие каталоги, и в случае необходимости наши специалисты могут дать все необходимые рекомендации.

Проводимая предприятием политика технического перевооружения и модернизации, направленная на достижение мировых стандартов производительности и качества выпускаемой продукции, гарантирует точность и стабильность характеристик, надежность и долговечность готовых изделий.

Высокоэффективное производство обеспечено самыми современными автоматизированными прессовыми комплексами, общей производительностью 5000 тонн алюминиевого профиля в месяц. Покрасочные линии обеспечивают суммарную площадь высококачественного покрытия 500 тыс. кв. м алюминиевого профиля в месяц. Современная линия анодирования производит до 500 тонн анодированного профиля в месяц. Завершают полный цикл выпуска высококачественной продукции для наших потребителей 5000 кв. м площадей для ее комплектации и складирования.



Дом на Беговой, Москва



Для производства алюминиевого профиля используются только первичное высококачественное сырье, соответствующее требованиям ГОСТ и международным стандартам DIN, только качественная краска для полимерно-порошковой покраски, обеспечивающая гарантийную стойкость покрытия в атмосфере внешней среды не менее 10 лет.

Современный менеджмент, квалифицированный персонал, сертифицированная и успешно функционирующая система качества на основе требований международных стандартов – все это составляющие формулы неизменного успеха компании «ТАТПРОФ» на строительном рынке. ■

ЗАО «ТАТПРОФ»
423802, Республика Татарстан,
г. Набережные Челны, ул. Профильная, д. 53
Тел.(8552) 77-82-04, 77-82-05, 77-84-01
www.tatprof.ru



«Янтарный берег», Санкт-Петербург



«Морской фасад», Санкт-Петербург

ОТ ТЕОРИИ – К ПРАКТИКЕ



В статье рассматриваются научно-методические основы построения систем мониторинга и прогноза технического состояния зданий и сооружений, которые в настоящее время внедряются на уникальных строительных объектах Олимпиады-2014 в Сочи, ММДЦ «Москва-Сити», стадионах Чемпионата мира по футболу-2018 и других. Исследованы методы мониторинга, технология построения, типовая структура и состав систем, результаты апробации теоретических положений на основе экспериментальных исследований.

Текст АНДРЕЙ ШАХРАМАНЬЯН, канд. техн. наук, генеральный директор НПО СОДИС

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Проблема мониторинга несущих конструкций приобрела особую актуальность в связи со строительством большого количества высотных и уникальных объектов, а также из-за периодически происходящих довольно крупных аварий.

Текущее положение дел в строительной отрасли можно определить как «переходный период». Отменены лицензии на проектные, строительные и изыскательские работы. Введена система саморегулирования, предполагающая создание саморегулируемых организаций, координирующих процессы допуска фирм к проектным и строительным работам, разработке стандартов, повышения качества и минимизации рисков в отрасли. Введена система технического регулирования (ФЗ № 184 от 27.12.2002 г. «О техническом регулировании»), предполагающая установку минимальных требований к продукции, влияющей на безопасность и здо-

ровье людей, а также снижение бюрократических издержек и стимуляцию экономического роста и развития новых технологий.

Текущее проектирование и строительство множества уникальных и высотных зданий происходит сегодня без полноценной нормативно-методической базы по их строительству. Проектированию таких зданий предшествует разработка специальных технических условий (Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и Приказ Министерства регионального развития № 36 от 01.04.2008 г. «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства»). В соответствии с установленным порядком специальные технические условия разрабатываются научно-исследовательскими организациями и утверждаются Министерством регионального развития РФ.

Актуальность проблемы мониторинга и последние тенденции интенсивного строительства в России крупных объектов, в том числе в рамках подготовки к ответственным мероприятиям (Олимпиада в Сочи, Саммит АТЭС, Чемпионат мира по футболу в 2018 г.) определили необходимость создания новых элементов обеспечения конструктивной безопасности строящихся объектов. К ним относятся автоматизированные системы мониторинга и прогноза технического состояния зданий и сооружений. Необходимость создания систем мониторинга сегодня уже нашла отражение в существующей законодательной и нормативно-методической базе. После вступления в силу (01.07.2010 г.) Федерального закона № 384 от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» разработка систем мониторинга осуществляется на основании следующих документов:

- Федеральный закон № 384 от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;



Рис. 2. Проведение замеров колебания объекта велосиметром GURALP



Рис. 3. Проведение замеров колебания объекта велосиметром CM-3 и акселерометром GURALP

- Распоряжение Правительства РФ № 1047-р от 21.06.2010 г. «О перечне национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

- ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;

- ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования».

ГОСТы Р 53778-2010 и Р 22.1.12-2005 вошли в перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», которые содержат требования к проектированию и разработке систем мониторинга.

Согласно требованиям данных нормативных документов, на уникальных объектах (в соответствии со статьей 48.1 Градостроительного кодекса РФ) должна быть предусмотрена установка автоматизированной системы мониторинга технического состояния несущих конструкций и инженерно-технического обеспечения.

ЗАДАЧИ И ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Задачи и этапы создания системы мониторинга определяются таким образом, чтобы максимально обеспечить соответствие основной цели мониторинга: *контроль технического состояния строительных конструкций и ранняя диагностика воз-*

никновения опасных факторов, угрожающих механической безопасности объекта.

Для достижения указанной цели при создании системы мониторинга должны быть решены следующие задачи:

1. Разработка модели угроз;
2. Выявление особенностей конструктивных решений объекта;
3. Определение состава контролируемых элементов;
4. Определение состава контролируемых параметров;
5. Разработка алгоритма и критериев принятия решений по оценке текущего технического состояния объекта;
6. Разработка алгоритма и критериев принятия решений по прогнозу технического состояния объекта.

В соответствии с имеющейся практикой и требованиями нормативно-методических документов, система мониторинга технического состояния зданий разрабатывается на стадии проектирования, устанавливается на этапе строительства и используется при строительстве и эксплуатации для контроля состояния строительных конструкций.

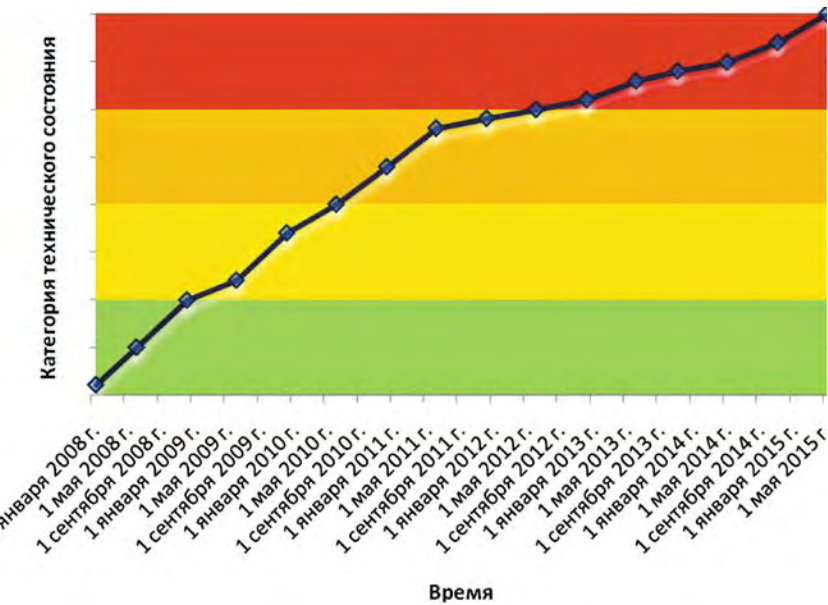
На этапе проектирования определяют модель угроз, реализация которых может вызвать ухудшение технического состояния объекта. Данная модель разрабатывается исходя из местоположения объекта (климатических и геологических условий), конструктивных особенностей, функционального назначения. При описании модели угроз приводятся данные о возможных нагрузках на проектируемый объект. Эта модель может включать следующие виды природных и техногенных нагрузок:

- сейсмическая (вибрационная);
- снеговая;

Рис. 1. Пример графика прогноза технического состояния здания

- Аварийное
- Ограниченно работоспособное
- Работоспособное
- Нормативное

ПРОГНОЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА



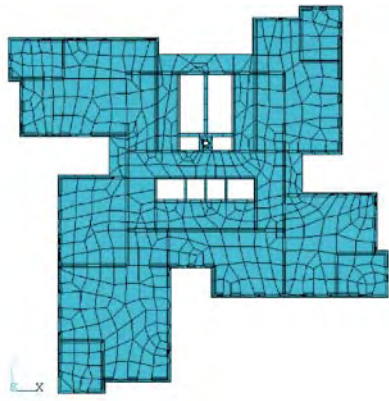


Рис. 4. Сетка конечных элементов на перекрытии типового этажа

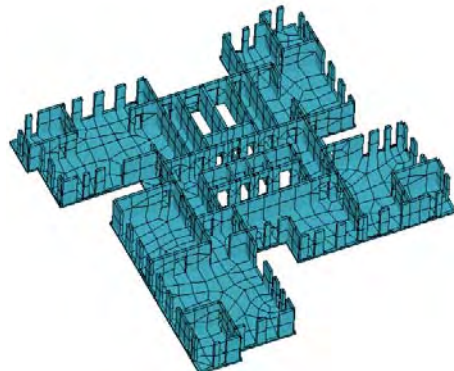


Рис. 5. Сетка конечных элементов типового этажа

- ветровая;
- эксплуатационная (нагрузки от оборудования, людей);
- климатическая.

На основании модели угроз определяют состав контролируемых параметров, правила обработки и критерии оценки технического состояния объекта.

Для определения расчетных (допустимых) значений контролируемых параметров разрабатываются математическая и компьютерная модели объекта с использованием современных средств конечно-элементного анализа (ANSYS, Лира, MicroFe и др.).

На основании перечня контролируемых параметров должен быть определен конкретный состав измеряемых физических величин (деформации, колебания, давления и др.) и оборудования системы мониторинга.

На этапе строительства осуществляют установку оборудования системы мони-

торинга (датчики деформации, давления, температуры, акселерометры, велосиметры, тахеометры, датчики акустической эмиссии). В процессе строительства осуществляют мониторинг с использованием установленного оборудования, результаты которого сравнивают с полученными значениями контролируемых параметров на основе математического моделирования. По окончании строительства нужно проверить адекватность математической модели (при необходимости она должна быть откорректирована) и уточнить правила обработки результатов мониторинга и критерии принятия решений (при необходимости).

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ

Основным при построении системы мониторинга несущих конструкций является

вопрос о том, что нужно контролировать, какие параметры и элементы конструкций являются критическими и подлежат автоматизированному (автоматическому) контролю.

Однозначного ответа на данный вопрос существовать не может. Как правило, любая несущая конструкция является ответственной, в любой из них может быть допущен заводской брак или нанесены повреждения при выполнении строительных работ. Контроль абсолютно всех конструкций объекта нерентабелен и нецелесообразен, поэтому основной целью при разработке методики мониторинга должно быть определение оптимального состава конструктивных элементов и параметров, которые позволят наиболее полно оценить состояние конструктивных элементов.

Выбор оптимального состава конструктивных элементов и параметров контроля осуществляется экспертным путем индивидуально для каждого объекта. При этом необходимо учитывать такие факторы, как важность объекта, финансовые ограничения, местонахождение, надежность проектных решений. Факторы местонахождения (климатические и инженерно-геологические условия объекта) и надежность проектных решений (использование сложных нетиповых конструктивных узлов, большепролетных конструкций и консолей, не апробированных проектных решений и материалов и т. д.) определяют потенциальные угрозы, реализация которых может повлечь ухудшение состояния конструктивных элементов или их разрушение.

В основе выбора контролируемых элементов и параметров должен лежать тщательный анализ конструктивных решений объекта, потенциальных угроз с применением результатов математического моделирования и инженерных расчетов возникновения и развития опасных факторов.

В результате данной работы формируется таблица с указанием следующей информации: контролируемый элемент, контролируемый параметр (K_i), расчетное значение контролируемого параметра (K'_i), допустимое отклонение контролируемого параметра (ΔK_i). Анализ и обработка регистрируемых системой мониторинга параметров может осуществляться различными взаимодополняемыми методами мониторинга и прогноза технического состояния зданий и сооружений.

Метод мониторинга и контроля абсолютных параметров

Метод мониторинга и контроля абсолютных параметров основывается на сравнении контролируемых параметров K_i с расчетными значениями K'_i . Диапазон допустимых значений контролируемых параметров K_i определяется как $K'_i \pm \Delta K_i$, где ΔK_i – диапазон допустимых возможных отклонений контролируемого параметра K_i . Расчетные значения K'_i могут быть определены на основе математического моделирования и уточнены в рамках научно-технического сопровождения строительства, например, в соответствии с ТР 182-08 «Технические рекомендации по научно-техническому сопровождению и мониторингу строительства большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений». (Технические рекомендации разработаны ГУП «НИИМосстрой»).

В случае приближения или выхода значений контролируемого параметра K_i за пределы допустимых значений $K'_i \pm \Delta K_i$, система мониторинга несущих конструкций должна формировать соответствующие информационные сообщения о напряженно-деформированном состоянии несущих конструкций. В этом случае экспертная организация, осуществляющая научно-техническое сопровождение системы мониторинга, устанавливает причины изменения состояния конструкций и выдает рекомендации по проведению обследования, устранению последствий и дальнейшей эксплуатации объекта.

Метод мониторинга и контроля относительных параметров

Метод мониторинга и контроля относительных параметров позволяет оценивать влияние (корреляцию) контролируемых параметров друг на друга и их взаимодействие (совместную работу).

Контроль относительных параметров дополняет контроль абсолютных и позволяет получить дополнительную информацию для оценки технического состояния здания.

В методе контроля абсолютных параметров проверяются абсолютные физические величины, такие как деформации, наклоны, напряжение, давление, частоты колебаний, перемещения, прочностные характеристики конструкций.

В методе контроля относительных параметров проверяются относительные величины, в том числе разность или соотношение наклонов (параметр, характеризующий, в частности, неравномерную осад-

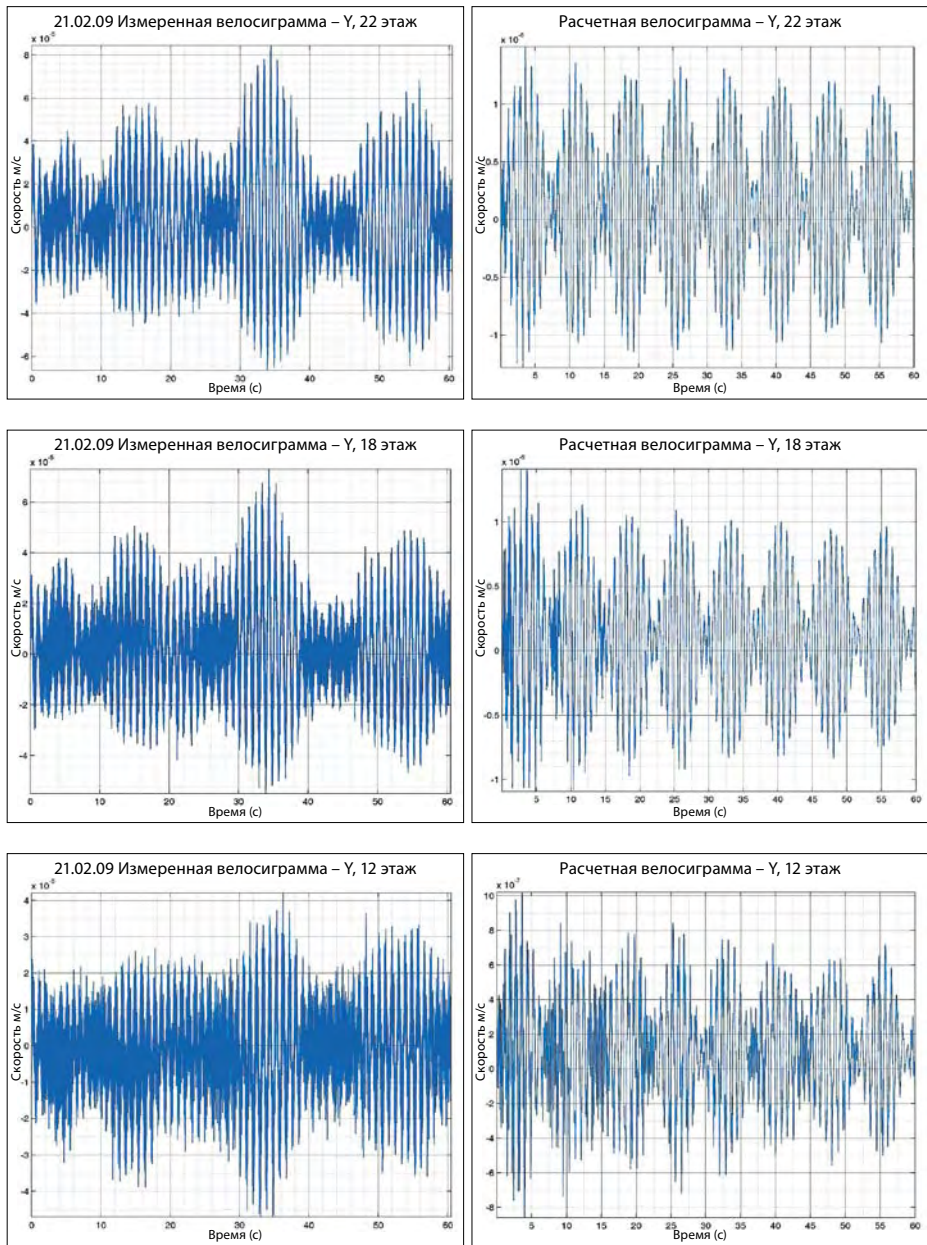


Рис. 9. Результаты записей экспериментальных и расчетных скоростей колебаний

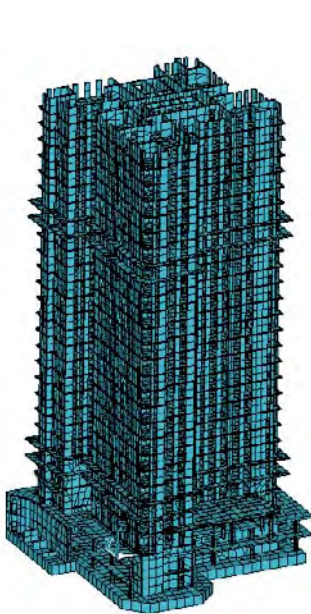


Рис. 6. Сетка конечных элементов модели 1

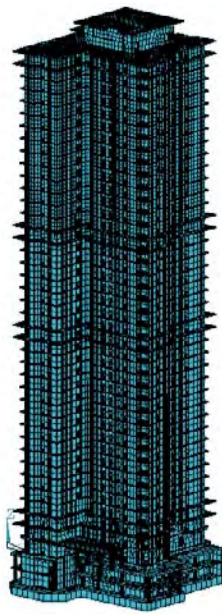


Рис. 7. Сетка конечных элементов модели 2

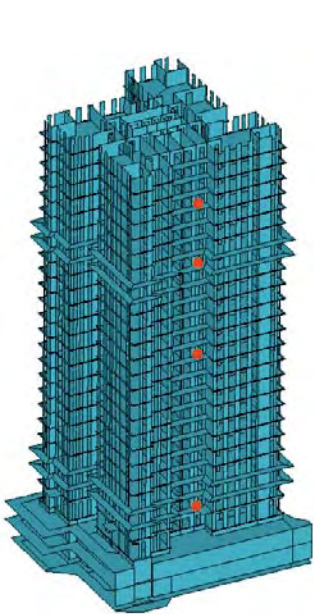


Рис. 8. Схема установки датчиков (■ Места установки)

ку, крен), собственных частот колебаний (параметр, характеризующий, в частности, перераспределение нагрузки и изменение состояния конструктивной части объекта, включая образование таких дефектов, как трещины, деформации, коррозия арматуры и т. д.), деформаций, давлений (параметр, характеризующий перераспределение нагрузок между конструктивными элементами объекта), перемещений (параметр, характеризующий неравномерную осадку или перераспределение усилий между различными конструктивными элементами) или частоты взаимных колебаний, или корреляционные параметры (показатель, характеризующий коррелированность колебаний одних конструктивных частей объекта относительно других).

Так например, покрытия над противоположными трибунами открытого стадиона в одинаковом конструктивном исполнении должны иметь равные характеристики частоты амплитуды колебаний, что свидетельствует об их одинаковом напряженно-деформированном состоянии. Наличие разности этих показателей и ее величина позволяют судить о перераспределении нагрузки и об изменении состояния одного из покрытий объекта.

Метод контроля относительных параметров может эффективно применяться с целью проверки симметрично выполненных ответственных конструктивных элементов, например, одинаковых колонн (ферм, покрытий, узлов) в разных частях

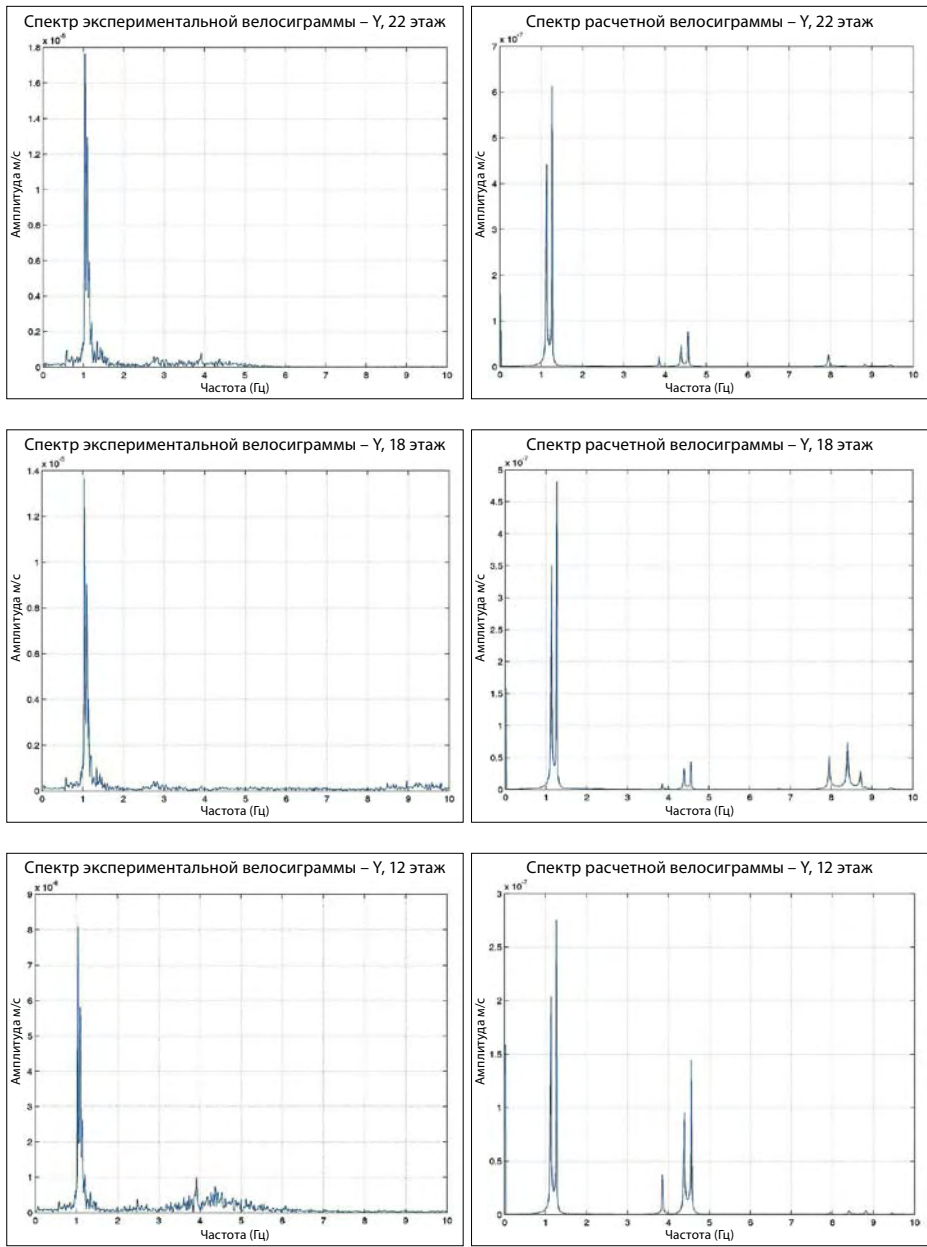


Рис. 10. Спектры записей экспериментальных и расчетных скоростей колебаний

здания, которые, согласно расчетной схеме, должны быть равномерно нагруженными.

Метод регрессионного анализа для выявления и прогноза негативных изменений

Функционирование системы мониторинга технического состояния несущих конструкций позволяет отслеживать изменение текущего состояния здания и накапливать соответствующий информационный банк данных. Результаты работы системы мониторинга являются базой для прогноза технического состояния объекта.

Использование регрессионного анализа позволяет выявлять трендовые зависимости изменения контролируемых параметров и прогнозировать изменение контролируемого параметра за заданный вре-

менной интервал для определения будущего технического состояния объекта.

Использование методов математического моделирования и расчетных значений контролируемых параметров, полученных путем регрессионного анализа, позволяет спрогнозировать состояние объекта в случае, если не будут приняты меры по предотвращению развития негативных процессов, вызывающих изменение значений контролируемых параметров.

Для определения будущего технического состояния объекта из всей совокупности контролируемых параметров могут быть взяты наиболее чувствительные к протекающим негативным процессам параметры, например, крен фундаментной плиты здания. Далее по данным пара-

метрам определяют их тренды (например, изменения крена с течением времени), экстраполируют трендовые значения параметров на заданный временной интервал (например, прогнозируют, какой будет крен через 5 лет, основываясь на текущей скорости его изменения) и по результатам математического моделирования, основанных на данных экстраполяции показателей, определяют прогнозные расчетные значения оставшихся параметров (деформации, частоты, перемещения и т. д.). Таким образом, определяется вся совокупность прогнозных значений контролируемых параметров и, при сравнении их с предельно допустимыми значениями, оценивается будущее состояние здания. Пример графика прогноза технического состояния здания приведен на рис. 1.

Метод многофакторного анализа выявления и прогноза технического состояния строительных объектов

Многофакторный анализ является направлением математической статистики и основан на выявлении из статистических данных общих факторов, которые наиболее сильно их представляют. Методы многофакторного анализа зародились в психологической науке и использовались для анализа взаимосвязей различных способностей и поведения человека.

Одной из разновидностей факторного анализа является метод главных компонент, основанный на анализе ковариационной матрицы статистических данных, вычислении собственных значений и векторов.

Ковариационная матрица показывает степень взаимосвязанности статистических данных, вычисление собственных векторов ковариационной матрицы позволяет определить новые переменные (факторы), которые наиболее полно описывают набор исходных данных.

Новой областью применения многофакторного анализа является мониторинг строительных объектов. Системы мониторинга зданий осуществляют регистрацию и запись статистических данных, представляющих собой изменение контролируемых параметров с течением времени. Эти статистические данные подлежат дальнейшей обработке для получения информации об изменении и прогнозе напряженно-деформированного состояния строительного объекта.

Анализ ковариационной матрицы контролируемых параметров позволяет

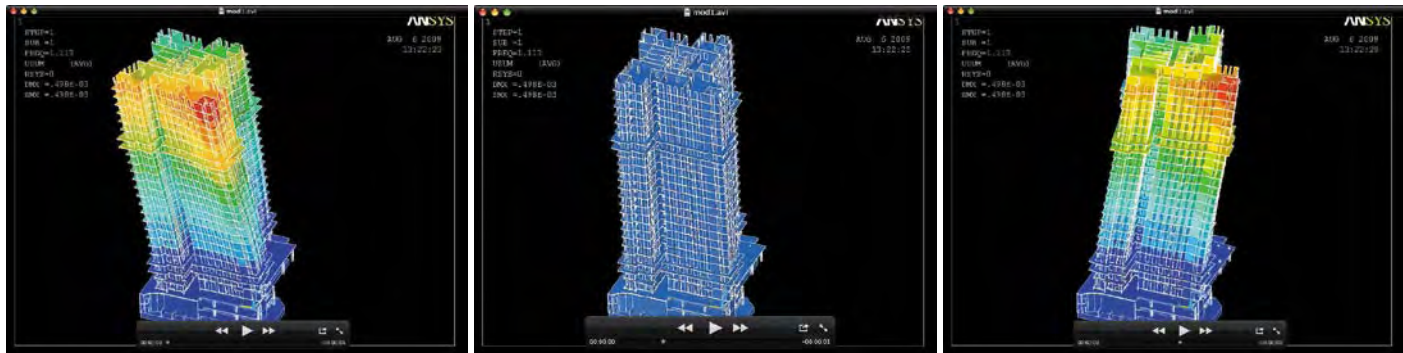


Рис. 11. Первая форма крутильных колебаний на частоте 1,113 Гц

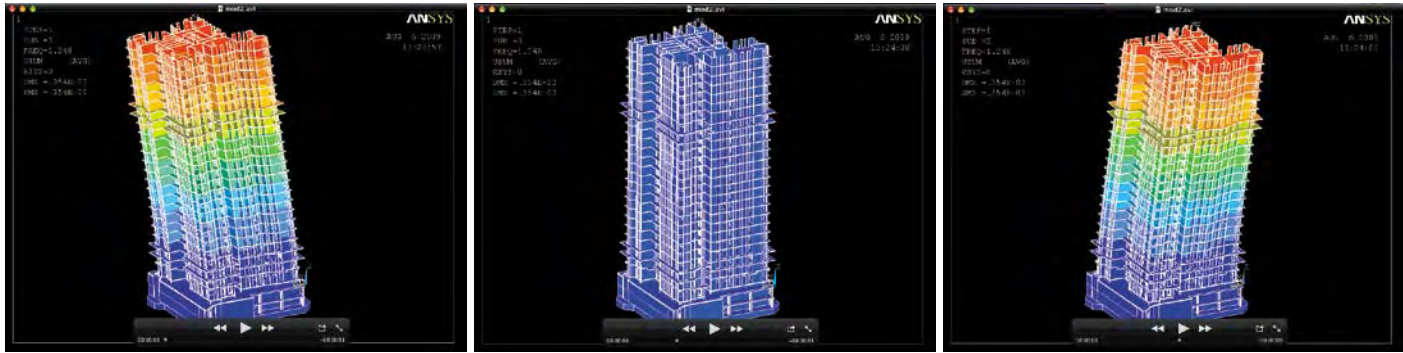


Рис. 12. Вторая форма изгибных колебаний на частоте 1,248 Гц

судить о взаимосвязи изменений одних контролируемых параметров или групп относительно других, а также выделить общие факторы, ответственные за такие взаимосвязи. Анализ ковариационной матрицы и контроль выделенных факторов позволяет уже на новом уровне судить об изменении напряженно-деформированного состояния здания, о надежности работы датчиков системы мониторинга и точности регистрации параметров. Например, некоторые факторы могут отвечать за напряженно-деформированное состояние строительных конструкций или отдельно взятых конструктивных элементов, и их изменение будет свидетельствовать о напряженно-деформированном состоянии соответствующих строительных конструкций. Выделение и контроль изменения факторов позволит также сократить объем обрабатываемой системой мониторинга информации, тем самым упростив анализ информации и сложность системы.

ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Экспериментальная проверка изложенных в статье положений проводилась на основе реальных результатов работ по мониторингу высотного жилого комплекса «Вилланж», расположенного в квартале № 75 района Хорошево-Мневники г. Москвы.

На примере данного объекта были выполнены следующие работы:

- проведены серии экспериментальных измерений колебаний по высоте объекта;
- разработана математическая модель объекта и определены расчетные значения параметров, которые измерялись при проведении экспериментальных работ;
- осуществлена проверка адекватности математической модели через сравнение расчетных данных, полученных путем моделирования, с экспериментальными.

Экспериментальные измерения проводились во время строительства здания. Первые из них были проведены 21 февраля 2009 г. На тот момент здание было возведено на 25 этажей. По результатам этих измерений была проверена сходимость с результатами математического моделирования и показана адекватность разработанной математической модели. Вторую серию измерений провели 25 августа 2010 г. На тот момент каркас здания был возведен уже полностью (40 этажей) и велись работы по обустройству фасадов. По результатам вторых измерений были проверены расчетные данные (частоты и формы колебаний), полученные по результатам моделирования, показана адекватность математической модели, разработанной для построенного здания с целью проведения дальнейших расчетов по моделированию и прогнозу технического состояния объекта.



Рис. 13. Акселерометр GeoSIG GMS-18 (www.geosig.com)

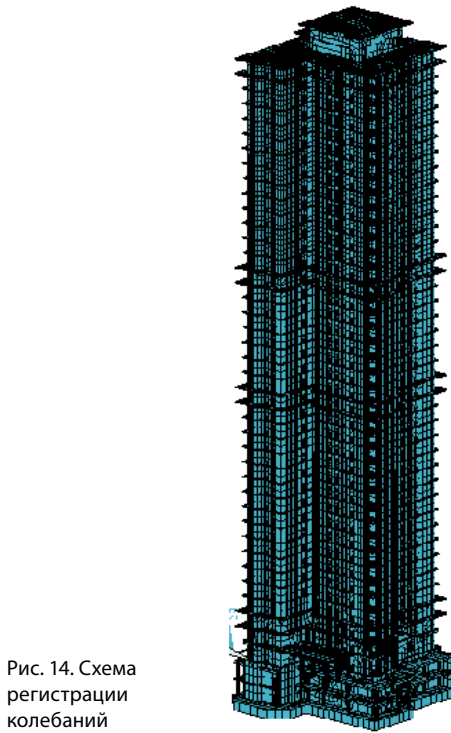


Рис. 14. Схема регистрации колебаний

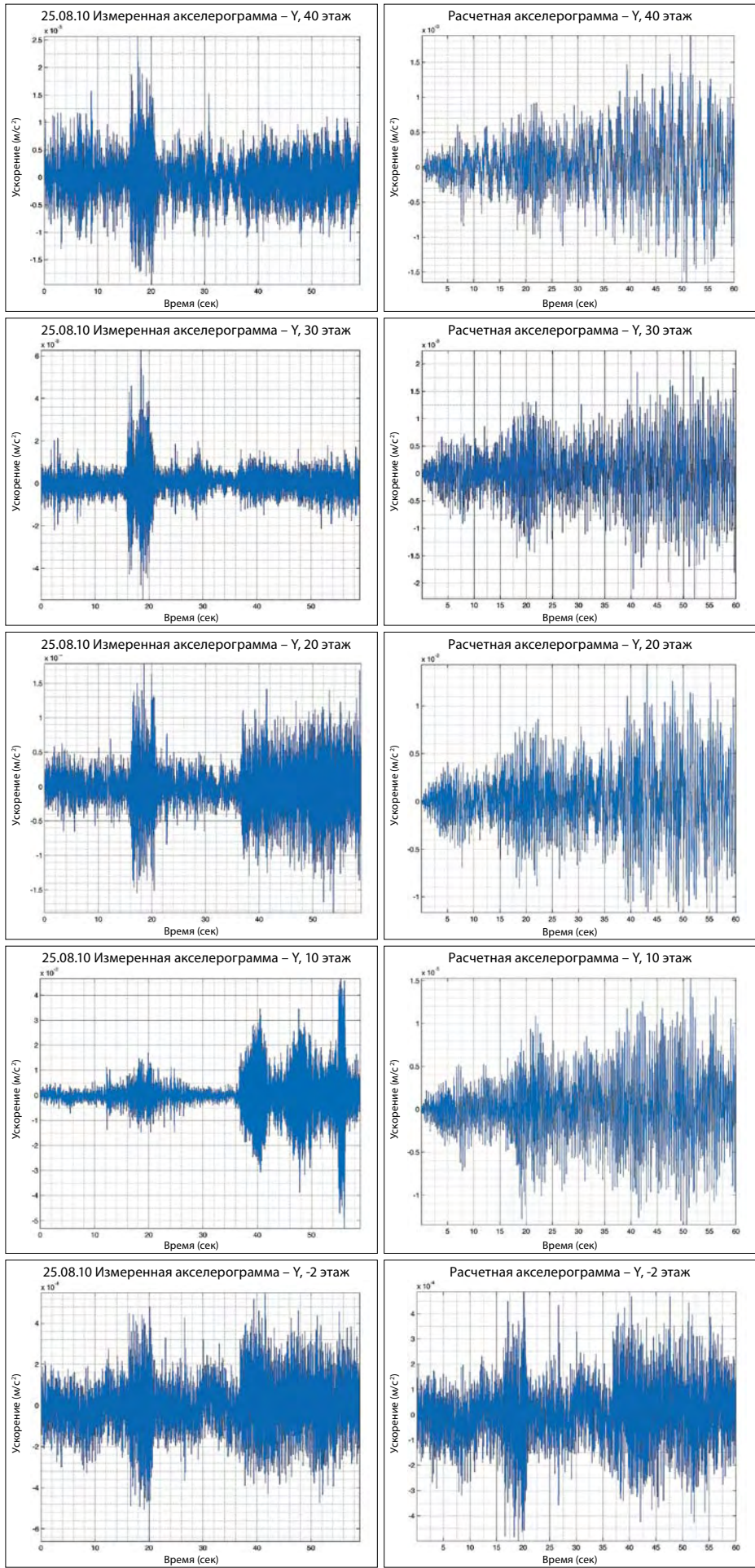


Рис. 15. Результаты записей экспериментальных и расчетных скоростей колебаний для построенного здания

Проектная высота здания (40 этажей) составляет 138 м. Конструкции выполнены из монолитного железобетона. Высота типового этажа составляет 3,3 м. На 1 и 2 этажах под всей площадью дворовой территории расположена подземная автостоянка, которая отделена деформационным швом от высотной части здания.

Для поперечного сечения (плана) высотной части здания, представленного на рис. 4, характерна перекрестно-стенная схема несущих конструкций, с расположенным в центре ядром жесткости.

Пространственная жесткость и устойчивость всего жилого комплекса обеспечиваются совместной работой вертикальных монолитных лестничных и лифтовых блоков, пилонов и стен, объединенных жесткими монолитными железобетонными дисками перекрытий (рис. 5). Шахты лифтов и стены лестничных блоков выполняются из монолитного железобетона толщиной 300 мм. Лестничные клетки – из монолитного железобетона со сборными маршами и межэтажными площадками. По периметру перекрытий расположены пилоны толщиной 300 мм, длиной 600 и 1000 мм, а также монолитные стены. Класс бетона по прочности для стен, пилонов и колонн – В50. Толщина плит перекрытий составляет 200 мм, за исключением расположенных под техническими этажами (их толщина равна 250 мм). Плиты перекрытий выполнены из бетона класса В35.

Часть грунтового основания под башней жилого дома усилена сваями, выполненными по разрядно-импульсной технологии (сваи-ПИТ). Фундамент высотной части здания представляет собой сплошную монолитную железобетонную плиту высотой 2 м, из бетона класса В40.

Для проведения эксперимента были созданы две КЭ-модели, отражающие различные этапы возведения несущих конструкций жилого комплекса. Первая модель соответствует части здания, возведенной на момент проведения первых экспериментальных измерений колебаний конструкций – 25 этажей, высота 83 м (рис. 6). Вторая модель соответствует полностью возведенному монолитному каркасу здания.

Для создания оболочечных моделей была использована четырехузловая упругая оболочка SHELL63 средней толщины, с помощью которой были смоделированы стены, пилоны, плиты фундамента и перекрытий. Такая схема модели, в отличие

от классического объемного трехмерного моделирования, позволяет значительно снизить размерность модели и тем самым уменьшить время расчета, сохраняя при этом высокую точность результатов.

Размерность получившихся КЭ-моделей – 33 тыс. узлов (198 тыс. степеней свободы) и 38 тыс. конечных элементов (модель 1), а также 59 тыс. узлов (354 тыс. степеней свободы) и 65 тыс. конечных элементов (модель 2).

Цель проводимого далее расчета заключается в определении спектров собственных колебаний в местах установки датчиков на реальном объекте, а функций корреляции – между откликами в точках измерений на различных этажах (передаточных функций). Отслеживание изменений данных функций в значительной мере позволит контролировать изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций между точками измерения, что даст возможность судить о возникновении повреждений в конструкциях. Очевидно, что динамические характеристики объекта, полученные по результатам математического моделирования, должны соответствовать показателям натурных измерений колебаний на объекте.

Экспериментальные спектры колебаний были получены путем записи скоростей колебаний с частотой дискретизации 0,001 секунды с использованием велосиметров. Схема регистрации колебаний показана на рис. 8. На рис. 2 и рис. 3 представлены фотографии с места проведения натурных измерений.

Для определения входного вибрационного воздействия была проведена экспериментальная запись на уровне 2 этажа строящегося здания, которая потом использовалась как входное воздействие при расчете динамических характеристик на КЭ-модели.

Для определения расчетных спектров собственных колебаний используется переходный анализ с неявным интегрированием по времени. Задача решается в упругой линейной постановке, материал принимается изотропным с постоянным модулем Юнга. Для возбуждения колебаний проводилось нагружение подкачей в нулевой момент времени трех конечных компонент скорости (экспериментальная запись) на все узлы основания (фундамента). Поскольку наибольшей информативностью обладают нижние – в основном до 15 Гц – частоты, для расчета выбирается достаточно крупный размер КЭ – харак-

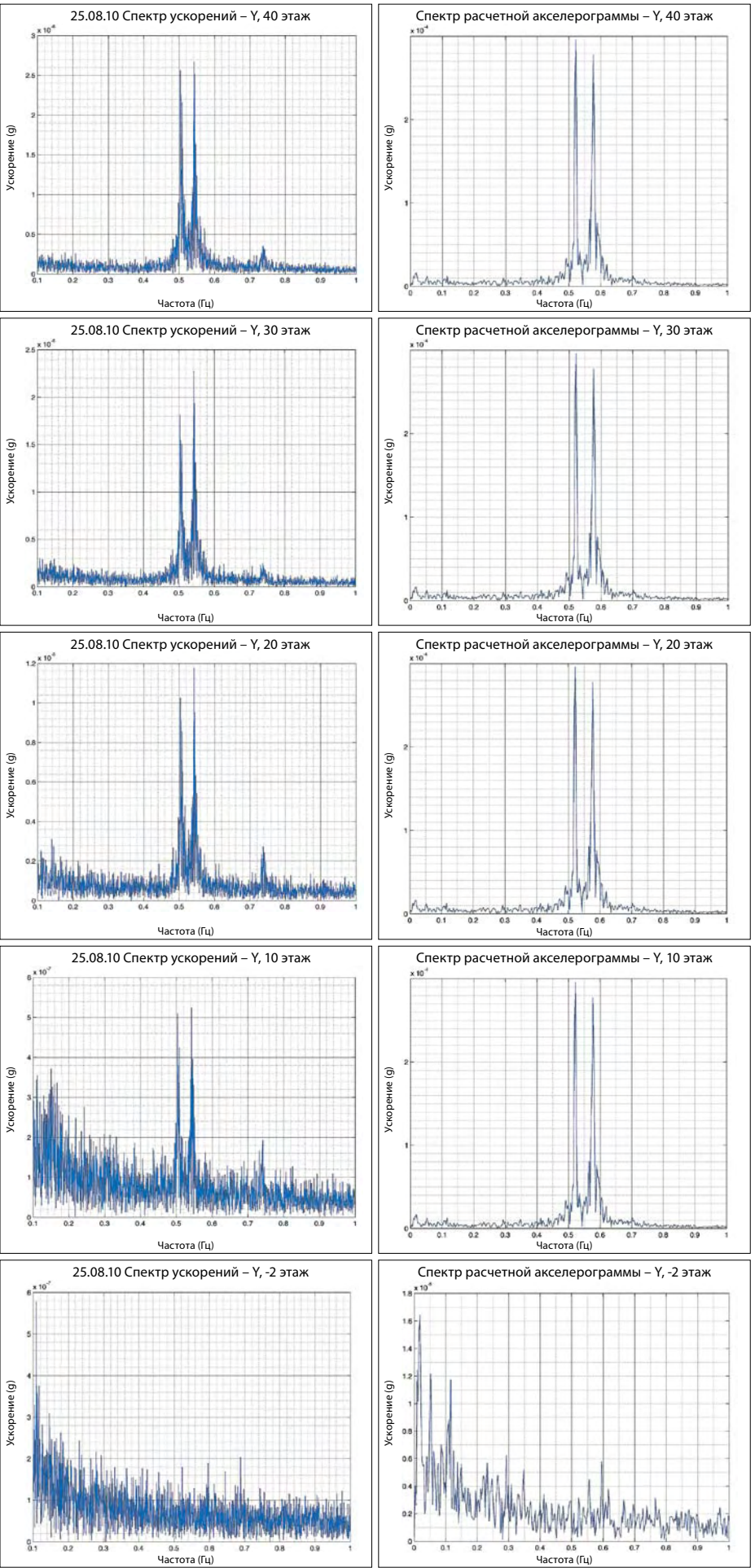


Рис. 16. Спектры записей экспериментальных и расчетных ускорений колебаний для построенного здания

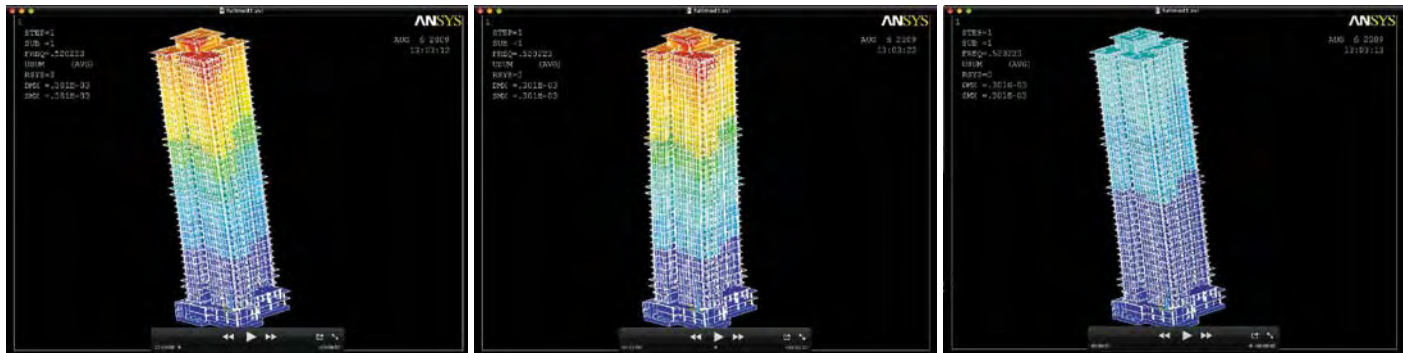


Рис. 17. Первая форма колебаний на частоте 0,52 Гц



Рис. 18. Вторая форма колебаний на частоте 0,57 Гц

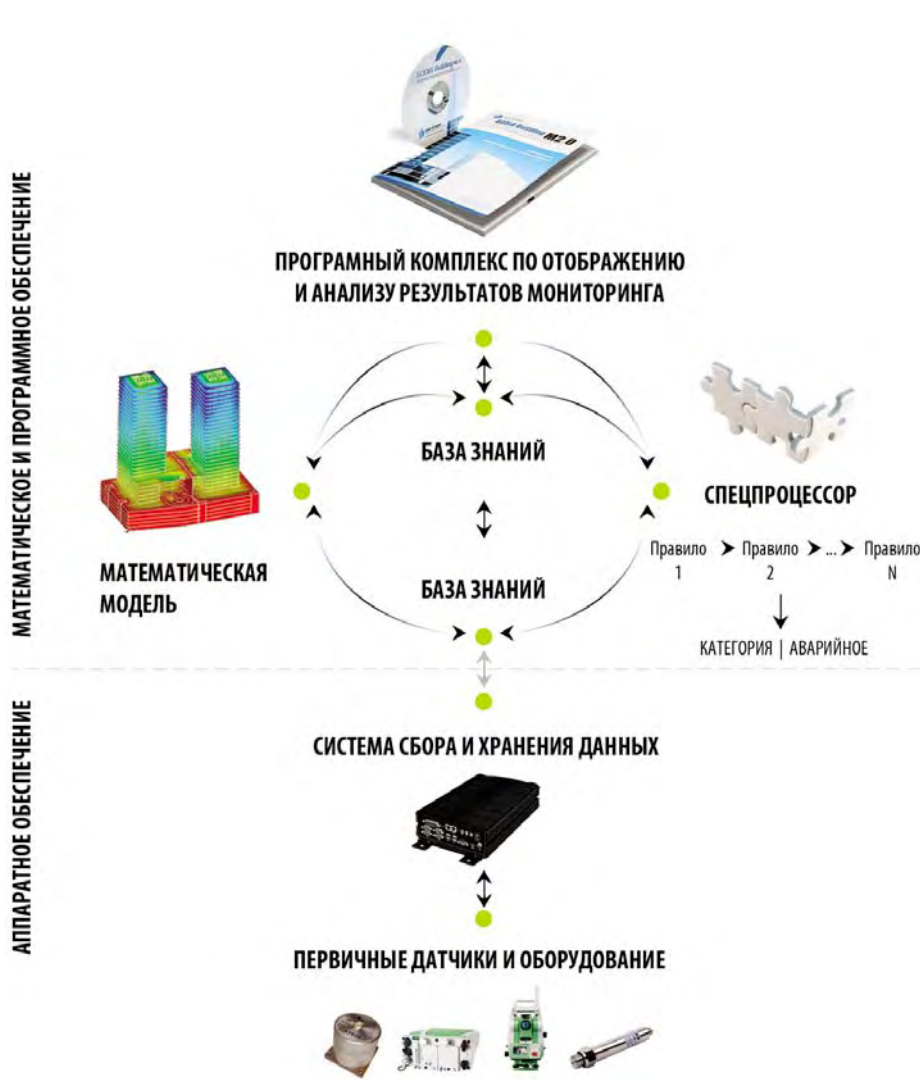


Рис. 19. Структура системы мониторинга

терный размер составляет 1,5 – 3 метра. Также для отслеживания низких частот большое значение имеет размер расчетного окна – время после подачи воздействия на модель, для которого выполняется расчет. В течение этого времени, для повышения точности расчета, модель должна совершить несколько полных колебаний на своей нижней собственной частоте. Для данного расчета размер расчетного окна составлял 20 секунд при дискретизации 0,01 секунды, что удовлетворяет условиям получения корректного результата.

После выполнения расчета с узлов модели, наиболее близко расположенных к соответствующим местам измерений на объекте, снимаются записи откликов в виде дискретной временной зависимости узловых скоростей по трем направлениям. Полученная зависимость при помощи быстрого дискретного анализа Фурье преобразуется в ограниченный спектр, который и является искомым. После этого данный спектр сравнивается с аналогичным, полученным из измерений на объекте, и делается вывод об адекватности или неадекватности модели объекту.

Результаты записей экспериментальных и расчетных скоростей колебаний показаны на рис. 9. На рис. 10 представлены спектры записей экспериментальных и расчетных скоростей колебаний.

Из анализа данных – эксперименталь-

ных и полученных расчетным путем – видна хорошая сходимость результатов. Из экспериментальных и расчетных спектров видны две близкие частоты в районе 1,1 – 1,2 Гц. По результатам моделирования определены формы колебания. Первая форма колебания является крутильной на частоте 1,113 Гц (рис. 11), вторая форма колебания является изгибной на частоте 1,248 Гц (рис. 12).

Данные результаты позволяют судить об адекватности разработанной первой модели для 25-этажного здания.

Вторая серия измерений выполнялась для уже построенного здания (40 этажей). Регистрация колебаний проводилась акселерометрами GeoSIGGMS-18 (рис. 13) в подвале (–2 этаж), на 10, 20, 30 и 40 этажах. Схема регистрации колебаний показана на рис. 14. Результаты записей экспериментальных ускорений представлены на рис. 15, а спектров экспериментальных ускорений – на рис. 16. Из них видно, что у построенного здания также имеются две близкие формы колебаний на частотах 0,5 Гц и 0,54 Гц. Это совпадает с результатами математического моделирования, представленными на рис. 17 и рис. 18, из которых видно, что у расчетной модели здания есть две близкие формы колебаний с частотами 0,52 Гц и 0,57 Гц. Разница в сотых долях Гц между экспериментальными и расчетными частотами может быть объяснена тем, что математическая модель не учитывала вес фасадов здания, которые при проведении экспериментальных замеров были уже наполовину обустроены. Тем самым экспериментальные измерения представляют результаты колебаний более тяжелого здания по сравнению с его компьютерной моделью.

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ. СОСТАВ И СТРУКТУРА

Система мониторинга несущих конструкций представляется в виде следующих функциональных блоков (рис. 19):

- первичные датчики и оборудование;
- системы сбора и регистрации данных;
- программное и математическое обеспечение.

Первичные датчики и оборудование предназначены для регистрации различных параметров, характеризующих напряженно-деформированное состояние отдельных конструкций или их групп. Датчиками регистрируются такие параметры, как наклоны, осадка, дефор-

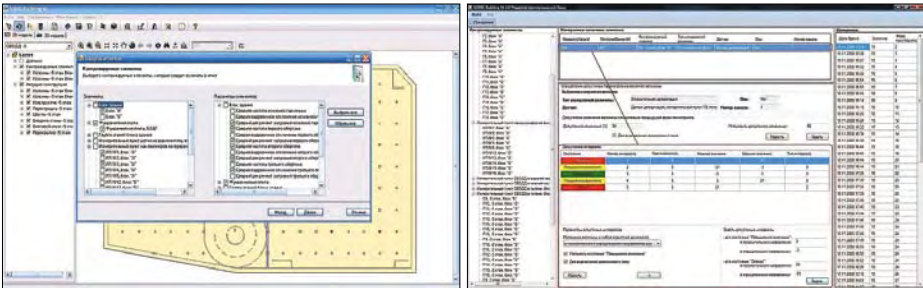
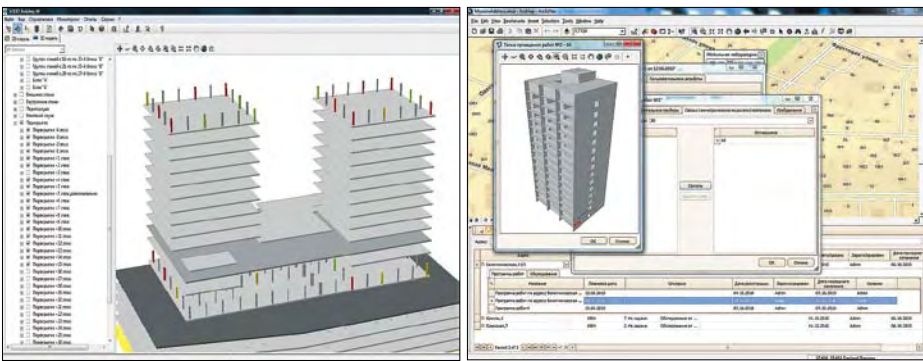
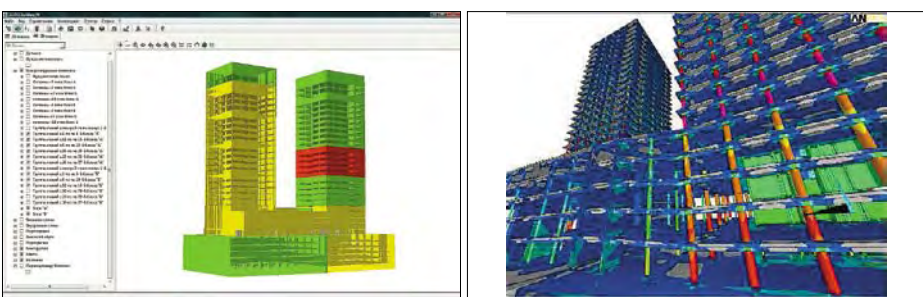


Рис. 20. Информационное обеспечение систем мониторинга

мация, давление, пространственные координаты, частота и колебания (ускорения, скорости), температура, влажность.

Система сбора и регистрации данных предназначена для консолидации первичных данных по результатам измерений, для преобразования сигналов от датчиков в цифровой вид и хранения полученных данных.

Математическое и программное обеспечение представляют собой интеллектуальную начинку и являются ядром системы мониторинга, состоящим из следующих систем:

1. Математическая модель объекта;
2. Программный комплекс (спецпроцессор) по комплексной обработке результатов мониторинга и прогноза технического состояния несущих конструкций;
3. Программный комплекс по управлению системой мониторинга и подготовке отчетной документации по ее результатам.

Программное обеспечение системы мониторинга предназначено для:

- управления системой мониторинга;
- сбора и хранения информации, получаемой от датчиков и оборудования, обеспечивающих измерение контролируемых параметров;
- обработки и анализа данных для определения технического состояния объекта;
- настройки спецпроцессора системы мониторинга и разработки правил работы системы по определению технического состояния зданий и сооружений в автоматическом режиме;
- определения управляющих решений и рекомендаций по дальнейшей наиболее эффективной эксплуатации объекта;
- интеграции системы мониторинга с другими диспетчерскими системами объекта и внешними системами городских служб.

Пример работы специализированного программного обеспечения для системы мониторинга несущих конструкций – SODIS Building M (разработчик: НПО СОДИС, свидетельство Роспатента № 2009612830) показан на рис. 20. ■

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ:

теория и практика



Долевое участие в строительстве дома сегодня является одним из основных механизмов покупки жилья. После того как федеральный закон № 214 вступил в силу, все больше девелоперов выбирают этот способ реализации своих проектов. Действительно, если застройщик добросовестный, для него долевое строительство крайне выгодно: он может финансировать стройку своевременно, используя лишь минимальные заемные средства. Но даже добросовестный застройщик не застрахован от ошибок проектировщиков, которые вполне могут сорвать заявленные сроки возведения здания, что приведет к необходимости вложения дополнительных средств и недовольству дольщиков.

Материалы предоставлены компанией Autodesk



Именно так случилось со строительством жилого дома на Балаковской улице в Самаре. Заключая договоры с дольщиками еще в 2005 году, компания-застройщик предполагала возвести трехсекционный многоквартирный дом за три года и обозначила в договоре сроки его сдачи, планировку квартир и их отделку. Объект в эксплуатацию с учетом всех рисков планировалось ввести еще в 2008 году, тогда как на деле к этому времени было только начато строительство второй секции.

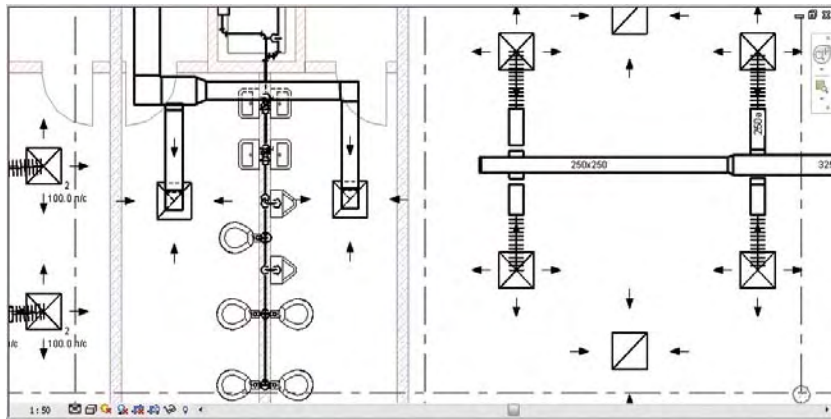
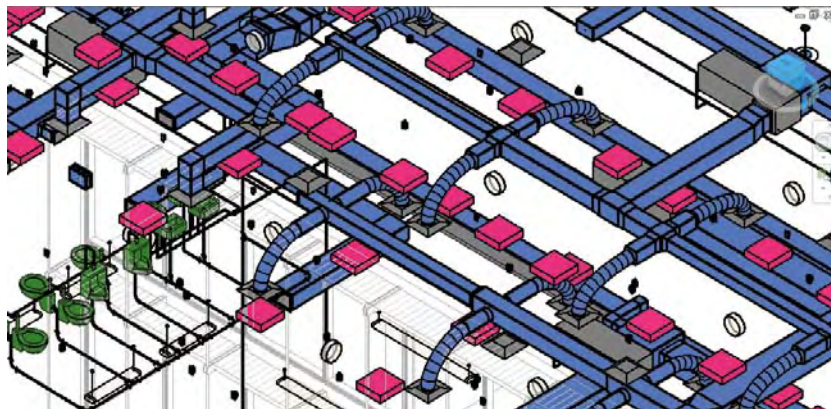
Проблемы появились еще на начальном этапе строительства дома, и основная причина – ошибки проектировании. Условия точечной застройки неизбежно привели к необходимости откачки грунтовых вод, в результате чего произошла осадка грунтов под строящимся и соседними домами. Из-за сдвижки грунтов отмостка дома осела на 0,12 м, в ней появились трещины до 0,02 м. Чтобы восстановить несущую способность грунтов, понадобилось выполнить закладку пустот твердыми составами и сформировать подземную

опорную стену. Как следствие – дополнительные вложения и сдвиг сроков сдачи.

После решения вопросов с основанием здания возникла проблема с площадью жилых помещений. Заявленные размеры квартир не соответствовали полученным на практике, из-за чего застройщик вновь получил массу негативных отзывов от дольщиков. Проект здания рассчитывался в нескольких различных программах и к тому же постоянно корректировался. Несогласованность проектных данных и привела к подобной ошибке.

Решение проблем с планировкой тоже не поставило точку в перечне неприятностей дома на Балаковской. Возникла проблема с внутренними инженерными сетями, в частности, с системой водоотведения, которую сформировали таким образом, чтобы хоть как-то вписать в уже построенный каркас дома. В результате подвальные помещения первой секции постоянно подтопляются сточными водами. Это произошло из-за несогласованности действий отделов проектировщиков и инженеров, занимающихся внутренними инженерными сетями. Она вызвала бесчис-

Вверху – что предполагал застройщик возвести к 2008 году, ниже – реальная картина на 2008 год: начало строительства 2-й секции из 3-х секций многоквартирного дома



Внутренние инженерные сети

Ситуация на объекте строительства на сегодняшний день. Начало строительства 3-й секции многоквартирного дома



были проведены неверно. Строительство дома на Балаковской улице в Самаре до сих пор не закончено, и предсказать, каких еще проблем следует ждать строителям и дольщикам, очень сложно.

«Для того, чтобы избежать всех этих неприятностей, достаточно было правильно организовать рабочий процесс на этапе проектирования здания, – высказал свое мнение один из специалистов «Группы Компаний Русский САПР». – Можно было применить для этих целей информационную модель здания, которая позволяет проанализировать объект еще до того, как будет начато рытье котлована».

Информационное моделирование зданий (Building Information Modelling – BIM) – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонта здания, когда оно само и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект. Элементы, составляющие информационную модель, дают не только визуальное представление о будущем доме, но и несут всю необходимую архитектурно-конструкторскую, технологическую, экономическую и иную информацию со всеми ее взаимосвязями и зависимостями.

Если бы застройщик озабочился созданием модели в одном из архитектурных САПР, к примеру, Autodesk Revit Architecture, то для начала он получил бы возможность корректно оценить



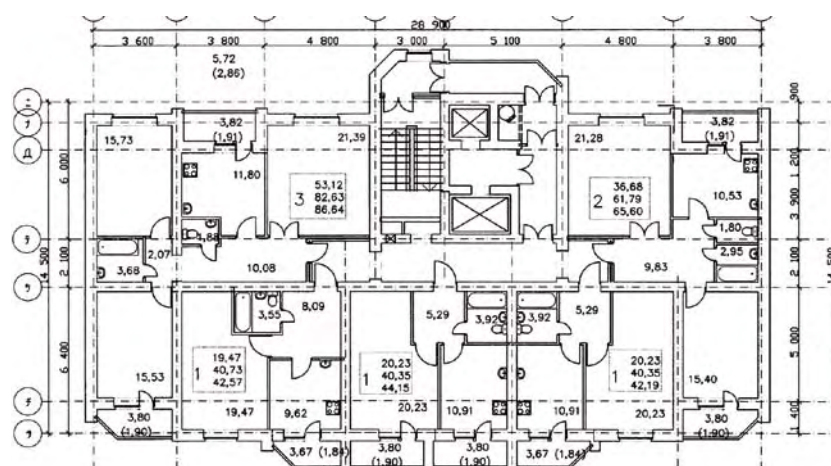
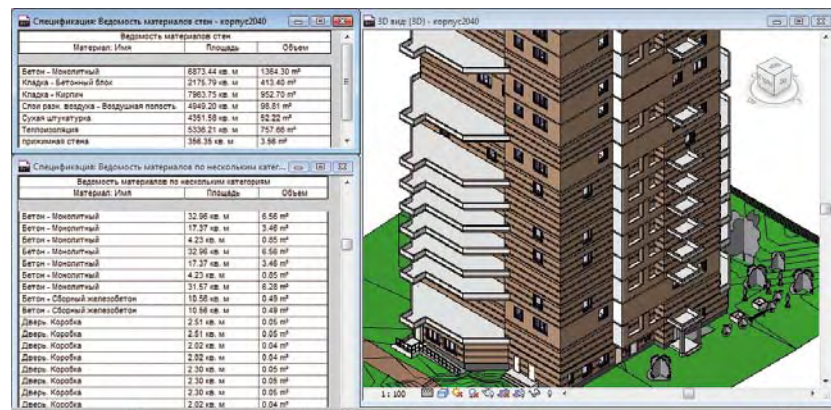
сроки, необходимые для выполнения всех работ по объекту, тогда как в реальности они были занижены почти вдвое. Исключение этой ошибки не вызвало бы недовольства и потерю доверия дольщиков. Можно было с помощью программных продуктов, реализующих BIM-технологии, выполнить и расчет фундамента, дабы избежать проблем с осадкой. Так как информационная модель учитывает все аспекты поведения здания в реальности, она позволяет проанализировать просадочные грунты, грунтовые воды, многослойное основание и множество других факторов, чтобы дом стоял ровно.



«Проблем с планировкой квартир застройщик также мог избежать, используя BIM, – говорит специалист «Группы Компаний Русский САПР». – Единая модель, с которой работают смежные подразделения, поддерживает проектную документацию в актуальном состоянии вне зависимости от вносимых изменений. Для расчета конструкций подходит Autodesk Revit Structure в паре с расчетным модулем Robot Structural Analysis Professional. Передача результатов расчетов в модели конструкций повышает скоординированность рабочей документации. Клиенты и субподрядчики в этом случае получают реальную информацию об объекте и его параметрах. Доверие клиентов будет на вашей стороне, не придется оправдываться и краснеть за ложную информацию».

Так же решается и вопрос системы водоотведения. Следует вновь использовать одну и ту же модель как в проектом отделе, так и в отделе инженеров по внутренним инженерным сетям. Revit MEP (специализированное решение, предназначенное для проектирования инженерных систем зданий) использует модель, которую разработали архитекторы и конструкторы, применяя Revit Architecture или Revit Structure. А функция проверки на коллизии позволяет исключить их еще на стадии проектирования. При этом сама вероятность проектных ошибок сводится к минимуму за счет использования единой модели. Как следствие, сокращаются сроки сдачи объекта и ошибки при монтаже.

Информационная модель поможет и рассчитать



затраты на проект. В специализированных программных модулях предусмотрена возможность получения ведомости материалов, которая будет автоматически обновляться в случае изменения отделки или площади помещений. Это позволяет получать актуальные ведомости на затраты тех или иных материалов при строительстве в каждый момент времени.

Таким образом, анализ различных этапов строительства и возникающих в его ходе сложностей показывает, что при правильном выборе средств проектирования сокращаются сроки возведения объекта, денежные и трудовые затраты и, главное, не страдает репутация застройщика, а счастливые дольщики имеют больше шансов заселиться в уютные и добротные квартиры в заявленные сроки. ■

Вверху: ведомость расходов материалов на черновую отделку помещений

В центре: реальное состояние квартир на данное время

Внизу: первоначальная планировка квартир

НОРМАТИВНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ ПОЖАРА

Описание дифференцированных уравнений и предположений

Пожар является очень сложным химическим процессом, который подвержен влиянию многих факторов, обуславливающих его рост, распространение и развитие. Образование пожарной нагрузки требует базового понимания химической и физической природы возникновения пожара. Это включает в себя информацию, описывающую источники тепловой энергии, состав и характеристики топлива и условия окружающей среды, необходимые для поддержания процесса горения.

Текст ЛЕО РАЗДОЛЬСКИЙ, LR Structural Engineering Inc., Линкольншир, штат Иллинойс, США, профессор Северо-Западного университета, Эванстон, штат Иллинойс, США

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Очень важно изначально определиться со значением конкретных терминов и характеристик, которые будут использоваться в этой статье, так как некоторые определения имеют разную трактовку в различных источниках. Например, определение «точка самовозгорания» (flashover) в пожарном отсеке развития имеет качественные и количественные отличия в разных источниках. Определение «точка самовозгорания» (flashover) в литературе разными авторами трактуется так:

[1]: «Переход от периода роста огня к полностью развитой стадии в замкнутом пожарном отсеке».

[2]: «Драматическая ситуация горения в помещении, которая быстро приводит к полному распространению огня в помещении; процесс, который может происходить при температуре дыма от 500 до 600°C».

[3]: «Переход от локализованного пожара к полному воспламенению всех подвергающихся воздействию горючих поверхностей в пределах помещения, где произошло возгорание».

Последнее определение, данное Национальной ассоциацией пожарной безопасности (NFPA, National Fire Protection Association), 921-2004 [4], выглядит следующим образом: «Переходный этап в развитии пожара в помещении, в котором поверхности, подвергающиеся тепловой радиации, достигают температуры воспламенения более или менее одновременно при быстром распространении огня по всему отсеку или закрытому помещению».

Здесь важно подчеркнуть, что последнее определение Национальной ассоциации пожарной безопасности (NFPA) делает акцент на тепловое излучение как основной источник энергии, который создает условия воспламенения и, как следствие, приводит к полному распространению огня в помещении возгорания.

Расчетные значения нагрузки при пожаре в зданиях на практике в большинстве случаев базируются на значениях, характерных для развитой стадии распространения пожара в закрытом помещении (отсеке), поэтому в уравнении сохранения энергии может быть сделано упрощение со ссылкой на другие источники энергии, такие как теплопроводность и конвекция (см. ниже). Для всех практических целей в инженерном и проектном анализе нагрузка при пожаре в зданиях рассчитывается как температурно-временная функция, которая получается из уравнений сохранения энергии, массы и кинетического момента. Температурно-временная функция представлена двояковыпуклой кривой (см. рис. 2), поэтому математическое определение точки самовоспламенения может быть сделано следующим образом: точка кривой, где кривизна меняет свой знак (вторая производная равна 0) или первая производная имеет максимальное значение в этой точке.



Первая производная температуры по времени, умноженная на теплоемкость и плотность, дает в результате скорость тепловыделения (HRR). Поэтому определение точки самовоспламенения может быть указано также в виде точки на температурно-временной кривой, где HRR достигает максимума. Скорость тепловыделения (HRR) не следует путать с теплотой сгорания. Последняя просто показывает, сколько может высвободиться энергии горючего вещества, если оно полностью потребляется. Скорость тепловыделения относится к скорости, с которой воспламеняющиеся материалы будут гореть. Поэтому она может быть вычислена следующим образом: скорость тепловыделения (HRR) = скорость горения массы (масса / время), умноженная на теплоту сгорания (энергия/масса). Единицей измерения скорости тепловыделения является киловатт [kW]. Ниже приведены некоторые другие определения, которые необходимы в этой статье.

Процесс распространения пламени (пожар) состоит из трех основных элементов: топлива, кислорода и тепла. Здесь присутствуют шесть следующих элементов всего процесса горения: входное

тепло, горючие материалы, кислород, дозирование, смешивание и продолжительность возгорания. Все эти элементы важны как для начала, так и продолжения процесса диффузионного горения. Для того, чтобы произошло возгорание, твердые или жидкие материалы должны быть нагреты до выделения паров. Самая низкая температура, при которой твердое или жидкое вещество выделяет достаточное количество паров, способных гореть в лабораторных условиях, известна как точка возгорания. На несколько градусов выше точки возгорания находится точка воспламенения, – температура, при которой топливо будет продолжать производить достаточное количество паров для поддержания непрерывного горения. Если источником тепла является открытое пламя или искра, она называется очаговым воспламенением. В целом, горючими называются вещества, способные гореть, как правило, в воздухе при нормальных условиях температуры и давления, а *воспламеняющиеся* определяются как способные гореть с пламенем.

Основным источником кислорода обычно является атмосфера, которая содержит около 20,8 % кислорода. Для поддержания процесса активно-

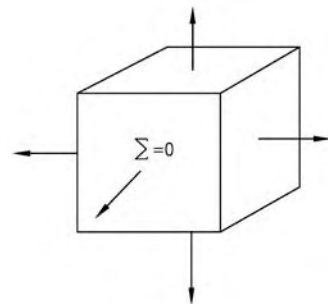


Рис. 1. Простой баланс массы

го горения (пламени) необходима концентрация, по крайней мере, от 15 до 16 % кислорода, в то время как обугливание или тление (пиролиз) может происходить при содержании всего 8 %. Пиролиз определяется как преобразование вещества под действием тепла в одно или несколько других.

Смешивание и дозирование являются реакциями, которые должны быть непрерывными, для того чтобы огонь продолжал распространяться. Пары топлива и кислорода должны быть смешаны в правильной пропорции. Подобная смесь паров топлива и кислорода должна находиться, что называется, в пределах взрываемости или воспламенения. Пределы взрывоопасности или воспламенения выражаются в концентрации (процентах) паров топлива в воздухе. Смесь, содержащая пары топлива в размере меньшем, чем это необходимо для возгорания, слишком скудная, в то время как смесь, которая имеет достаточно высокую концентрацию паров топлива, – слишком насыщенная. Самая низкая концентрация паров, при которой возможно горение, известна как нижний предел воспламенения (НПВ), в то время как высокий уровень известен как верхний предел воспламенения (ВПВ). Например, пределы воспламенения пропана составляют от 2,15 (НПВ) до 9,6 (ВПВ). Это означает, что любая смесь пропана и воздуха между 2,15 и 9,6 процентами будет воспламеняться при воздействии открытого огня, искр или другого источника тепла при температуре, равной или превышающей его температуру воспламенения, которая находится между 920°F (493,3°C) и 1120°F (604,4°C).

Другой важной характеристикой газов является плотность пара – вес объема этого газа равен объему сухого воздуха, где данное значение воздуха 1,0. Плотность пара менее 1,0 означает, что газ легче воздуха и в относительно спокойной обстановке будет иметь тенденцию подниматься вверх, в то время как плотность пара более 1,0 означает, что газ тяжелее воздуха и будет, как правило, опускаться на землю либо на уровень пола. Параграфы от 41 до 325 [5] норм Национальной ассоциации пожарной безопасности (NFPA) содержат обширный перечень точек возгорания, температур воспламенения, воспламеняющихся пределов, плотности пара и удельного веса различных материалов.

Непрерывность возгорания имеет обратную термическую реакцию от пожара к горючему. Тепло передается посредством кондукции, конвекции, излучения и прямого контакта пламени.

Кондукция является процессом переноса тепла при непосредственном контакте через твердое тело. Огонь может перемещаться из одного отсека в другой, передавая тепло через открытые проемы. Конвекция – это перемещение тепла за счет изменения плотности жидкостей и газов. Это наиболее распространенный способ передачи тепла, когда при нагреве жидкости или газы становятся менее плотными и начинают расширяться и поднимать-

ся. Конвекция происходит через движение дыма, горячего воздуха, газов, образующихся в процессе горения, и летающих в воздухе тлеющих углей. Когда помещение ограничено (как купе), конвекционное тепло распространяется по предсказуемой схеме. Огонь образует газы более легкие, чем воздух, которые поднимаются в верхние части отсека. Нагретый воздух, который легче холодного, также поднимается вверх, равно как и дым, образующийся при горении. По мере того как поднимаются эти нагретые продукты сгорания, их место занимает холодный воздух; затем он, в свою очередь, нагревается и также поднимается на высшую точку, которой он может достичь. Горячий воздух и газы, поднимающиеся от огня, начинают остывать и опускаться вниз, чтобы повторно нагреться и подняться вверх. Это и есть *конвекционный цикл*.

Передача тепла инфракрасным излучением меньше, чем обычно понимается или принято оценивать, и чем кондукция или конвекция. Радиация – это перенос тепла инфракрасным излучением (тепловые волны, например, солнце), которое обычно не видно невооруженным глазом. Тепловое излучение – это передача тепла от источника через промежуточные пространства без вовлечения материальной субстанции. Тепло перемещается извне в том же порядке, что и свет, то есть, по прямым линиям. Когда оно входит в контакт с твердым телом, то поглощается, отражается или передается. Поглощенное тепло повышает температуру поглощающей субстанции. Тепло излучается во всех направлениях, если оно не заблокировано. Тепловое излучение распространяет огонь путем нагрева воспламеняющихся веществ на своем пути, заставляя их выделять пары, а затем воспламеняя их. Тогда как горячие газы поднимаются вверх от пламени, вступая в контакт с дополнительным горючим, тепло передается топливу посредством конвекции и радиации до того, как дополнительное топливо начинает испаряться. Затем огонь воспламеняет эти дополнительные пары. Тепло определяется как форма энергии, характеризующаяся вибрацией молекул и способностью инициировать и поддерживать химические изменения. К газам, возникающим в результате пожара, относятся угарный газ, цианистый водород, аммиак, хлористый водород и акролеин. Пламя – это светящиеся части горючих газов и паров. Дым – это переносимые по воздуху частицы продуктов неполного сгорания, подвешенные в газах, парах, или же мельчайшие твердые или жидкие частицы. Это также сажа и черные частицы углерода, содержащиеся в дыме.

Пожар в комнате или замкнутом объеме помещения в целом будет развиваться по трем предсказуемым стадиям. Первый этап развития пожара – стадия зарождения (роста). Она начинается в момент возгорания, и в это время пламя локализовано. На этой стадии пожар зависит от наличия горючих материалов. То есть, распространение огня регу-



лируется наличием доступного кислорода, а также конфигурацией, массой и параметрами самого топлива. На этой стадии содержание кислорода еще находится в пределах нормы и сохраняется нормальная температура окружающей среды. Шлейф горячих газов от огня начинает подниматься в верхние части помещения. Так как конвекция является причиной поднятия шлейфа, то в нижнюю часть пламени затягивается дополнительный кислород. Газовые продукты горения, такие как диоксид серы, оксид углерода и другие, начинают накапливаться в комнате. Если над пламенем присутствует твердое горючее, то конвекция, кондукция и непосредственный контакт пламени вызовут распространение огня вверх и наружу, оставляя характерный V-образный след обугливания на вертикальных поверхностях. Горячий, плотный слой дыма и пожарных газов собирается в верхней части помещения и начинает излучать тепло вниз. Этот верхний слой дыма и пожарных газов содержит не только сажу, но и токсичные газы, такие как окись углерода, цианистый водород, хлористый водород, производную от бутана акриловую кислоту и другие. Интенсивность пожара нарастает, а слой сажи и горючих газов опускается все ниже и ниже. Сажа и горючие газы продолжают накапливаться, пока один (или несколько) видов горючих материалов не достигает температуры воспламенения. Этот круговорот вызывает запредельный рост температуры в верхнем слое еще более высокими темпами, а также увеличивает жар, излучаемый в низ отсека. Вторичные пожары могут возникнуть и в результате генерации тепла. В этих случаях пожар все еще регулируется количеством горючего. Когда температура верхнего слоя достигает около 1100°F (593,3°C), генерируется достаточное количество тепла, чтобы вызвать одновременное воспламенение всех видов горючих веществ в комнате. Это и называется точкой возгорания.



Как только возгорание произошло, спастись более чем за несколько секунд невозможно. Температура в помещении достигнет 2000°F (1093,3°C) и более, при предельном уровне ниже, чем 1000°F (539,3°C) на полу. В момент возгорания огонь по-прежнему топливозависим, однако если он ограничен пределами отсека его возникновения, его распространение регулируется количеством кислорода. Если в отсек свободно поступает кислород снаружи, то его неограниченный запас вызывает пожар, находящийся в топливо-регулируемой фазе. Как правило, после прохождения точки возгорания за ней следует полное быстрое воспламенение имеющегося пространства, оно приводит к интенсивному горению всего отсека и его содержимого. Количество времени, необходимое для того, чтобы пожар перешел от начальной стадии к точке возгорания, зависит от состава топлива, конфигурации отсека и вентиляции помещения.

Если пожар удастся сдержать в отсеке или закрытом помещении и уровень кислорода падает ниже 15–16 %, открытое пламя остановится, даже если по-прежнему имеются горючие материалы. В этот момент начинается тлеющее горение, эта стадия пожара известна как тлеющий этап (затухание). К этому моменту в помещении высокая температура и наличие значительного количества сажи и горючих пожарных газов, поэтому пламя регулируется количеством кислорода. При этом может быть превышена температура воспламенения накопленных газов. Если в эту область попадает кислород, накопленные горючие газы и продукты неполного сгорания (сажа) могут воспламениться с взрывной силой. Этот взрыв дыма известен как поддув. Давления, генерируемого поддувом, достаточно, чтобы вызвать значительные повреждения конструкции и поставить под угрозу жизнь пожарных и всех тех, кто оказался вблизи зоны огня. Поддувы могут иметь место в любом замкнутом

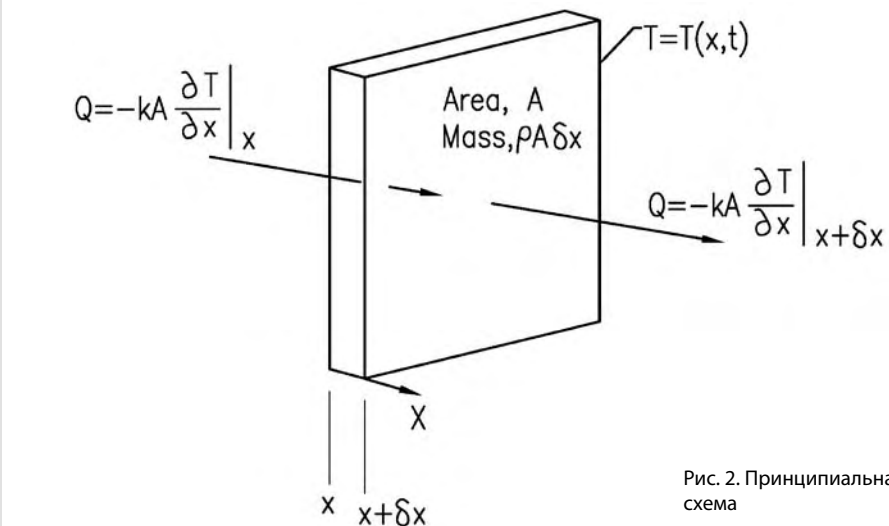


Рис. 2. Принципиальная схема

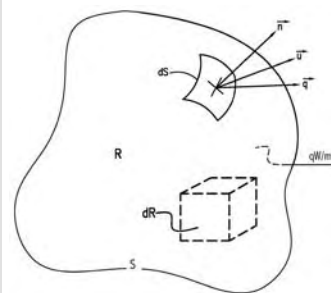


Рис. 3. Контроль объемов в поле тепловых потоков

пространстве. Поведение огня в коридоре зависит от тех же условий, что и в закрытом помещении (комнате). Физическая конфигурация коридора может стать причиной быстрого распространения пожара, так как он будет функционировать как горизонтальная вытяжная труба или дымоход. Быстрое распространение огня в коридоре может произойти с любыми воспламеняющимися материалами, обеспечивающими процесс горения.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И УРАВНЕНИЯ МАССЫ

Процессы тепло- и массообмена за счет проводимости или конвекции похожи друг на друга. Просто теплопередача за счет излучения не имеет аналогов в процессе переноса массы. Так как тепло- и массообмен это два аналогичных процесса, нет необходимости анализировать каждый из них отдельно. Дифференциальные уравнения, описывающие перенос тепла в противопожарный отсек, похожи на соответствующие уравнения, описывающие процесс переноса массы. Поток тепла в результате теплопроводности пропорционален величине градиента температуры и обратно пропорционален ей в значении (основанном на законе Фурье):

$$\vec{q} = -k\nabla T, \quad (1)$$

где: k – коэффициент теплопроводности, который, очевидно, должен измеряться в Вт/м*К или Дж/м*с*К в (1) (чтобы иметь правильные значения), q – это скорость потока тепла на единицу площади. Решая задачу одномерной теплопроводности, это можно доступно описать законом Фурье в простой скалярной форме:

$$q = k \frac{\Delta T}{d}, \quad (2)$$

где d является толщиной слоя теплового потока.

Так как обе эти величины в (2) положительны, необходимо помнить, что d всегда движется от высоких температур к низким.

Рассмотрим теперь одномерный элемент (см. рис. 2).

Закон Фурье применим к каждой стороне этого элемента:

$$Q_{\text{net}} = -kA \left[\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x+\delta x} - \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_x \right] \delta x = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \delta x. \quad (3)$$

С другой стороны, из первого закона термодинамики следует:

$$\begin{aligned} -Q_{\text{net}} &= \frac{dU}{dt} = \rho c A \frac{d(T - T_{\text{ref}})}{dt} \delta x = \\ &= \rho c A \frac{dT}{dt} \delta x \end{aligned} \quad (4)$$

где ρ является плотностью воздуха и c – его удельной теплоемкостью. Уравнения (3) и (4) могут быть объединены, чтобы дать:

$$k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (5)$$

А сейчас давайте расширим границы анализа и позволим объему (см. рис. 3), содержащему газ, двигаться с полем скоростей $\vec{u}(u, v, w)$.

В этом случае естественной конвекции были сделаны следующие допущения (все эти приближения и допущения очень похожи на предположения, сделанные для «пространственных» и «зонных» моделей): давление и его деривация (дифференцирование) в потоке очень незначительны и не влияют на термодинамические свойства. Эффектом dp на энтальпию, внутреннюю энергию и плотность можно пренебречь. Это допущение разумно для газовых потоков, движущихся со скоростью менее чем около 1/3 скорости звука. В случае пожара скорость распространения пламени находится в диапазоне не более 10 м/сек.

Поток можно представить как несжимаемый, так как изменения плотности малы.

Для таких потоков: $\nabla \cdot \vec{u} = 0$.

Все физические константы (постоянные), такие как C , k , v и т. д., должны учитываться в процессе горения, и соответствующие значения необходимо принять относительно максимальной температуры газа [6, 7].

Потенциальная и кинетическая энергия пренебрежимо малы по сравнению с тепловыми изменениями энергии.

• Вязкостные напряжения не рассеивают достаточно энергии для значительного нагрева жидкости.

• Скорость химической реакции (процесс сжигания топлива) имеет основные зависимости от температуры и, следовательно, может быть выражена следующим уравнением Аррениуса [7]:

$$k = A e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (6)$$

где A – это предэкспоненциальный множитель, E – энергия активации и R – идеальная газовая постоянная. Единицы предэкспоненциального множителя идентичны константам скорости реак-

ции и будут меняться в зависимости от порядка реакции. Если это реакция первого порядка, то ее единица измерения будет s^{-1} . Другими словами, k – число столкновений в секунду, которые приводят к реакции, а A – это общее число столкновений в секунду $e^{-E/RT}$ (приводят они к реакции или нет, и, очевидно, это является функцией концентрации реагентов газа), и есть вероятность того, что любое столкновение приведет к реакции. Энергия активации является энергетическим барьером, который реагенты должны преодолеть, чтобы начать реагировать.

Таким образом, энергия активации рассматривается как энергетический порог для плодотворной реакции реагентов. При небольшом диапазоне температур, в котором проводятся кинетические исследования, целесообразно принять, что энергия активации является величиной, не зависящей от температуры. Уравнение Аррениуса может быть преобразовано в другую форму путем принятия I_n для обеих частей уравнения (6):

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{RT}. \quad (7)$$

Эта форма уравнения Аррениуса является уравнением прямой линии ($y = mx + b$), где $y = I_n k$ и $x = 1/T$.

Уклон прямой линии – это E/R , а угловым коэффициентом является $I_n A$.

Уравнение Аррениуса (7) может быть задано только с помощью констант скоростей при двух температурах, но было бы более реалистично и надежнее использовать как минимум три константы скорости (а желательно и больше) на трех различных температурах и определить значения A и E статистическим методом. Это соотношение позволяет нам сделать какие-то осмысленные выводы. Мы можем определить частоту и долю столкновений, имеющих правильное направление реакции, которая должна произойти. Другими словами, мы можем предсказать непосредственно энергию, необходимую для активации химической реакции. Наиболее полную информацию об энергии активации, выделяющейся в результате процесса горения, скорости химической реакции и распространения пламени и т. д., содержащуюся в уравнении, можно получить в источнике [8].

Модель горения представлена результатом химической реакции со стехиометрическими коэффициентами, где отдельные виды газа реагируют в соответствии с указанным уравнением Аррениуса. Исходя из теории идеального газа, все три коэффициента: термодиффузии, диффузии материалов и кинематической вязкости – примерно равны ($\alpha = D = \nu$), поэтому оба процесса – тепло- и массопереноса – схожи, как и их дифференциальные уравнения.

• Потери тепла за счет теплового излучения (потери из-за теплопроводности и конвекции, как



предполагается, будут гораздо меньше) основаны на величине вентилируемой площади (отверстий) и законе Стефана-Больцмана.

• Нетто-коэффициент потерь излучения принимает вид:

$$P = e \sigma A_v (T^4 - T_o^4) \quad (8),$$

где:

e – фактор излучения;

σ – постоянная Стефана-Больцмана ($\sigma = 5,6703 \cdot 10^{-8}$ watt/m²K⁴);

K – температура окружающей среды;

A_v – площадь отверстия. ■

Окончание следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Karlsson, Bjorn and Quintiere, James G., Enclosure Fire Dynamics, CRC Press LLC, Boca Raton, FL, 2000.
2. Quintiere, James G.; Principles of Fire Behavior, Delmar Publishers, Albany N.Y., 1998.
3. Drysdale, Dougal; An Introduction to Fire Dynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, England, 1999.
4. NFPA 921 – 2001, Guide for Fire and Explosion Investigations, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2001.
5. NFPA 325M, Manual on Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids, 1991 Ed. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
6. Zeldovich, Ya.B., G.I. Barenblatt, V.B. Librovich and G.M. Makhviladze, The mathematical theory of combustion and explosions. Consultants Bureau, New York, 1985.
7. Frank-Kamenetskii, D.A., Diffusion and Heat Transfer in Chemical Kinetics. Plenum Press, New York, 1969.
8. B. Lewis and G. Von Elbe: Combustion, Flames and Explosions of Gases, Academic Press, Inc. N.Y. 1987.
9. Laider, Meiser and Sanctuary; Physical Chemistry, 4th Edition, Houghton Mifflin, 2003.
10. Acheson, D. J. Elementary Fluid Dynamics. Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series. Oxford University Press, 1990.
11. Batchelor, G.K. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 1967.
12. John H. Lienhard IV and John H. Lienhard V, Heat transfer textbook, 3rd Edition. Phlogiston Press, Cambridge, MA, USA, 2008.
13. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6). NIST Special Publication 1026 (May 2008 Revision).
14. Atreya, A., Convection Heat Transfer, in The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed, National Fire Protection Association, 2002.
15. D.N. Arnold, F. Brezzi, B. Cockburn and L.D. Marini, Unified analysis of discontinuous Galerkin methods for elliptic problems, SIAM J. Numer. Anal. 39(5):1749-1779, 2002.
16. J.S. Hesthaven and T. Warburton, Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications. Springer Texts in Applied Mathematics 54. Springer Verlag, New York, 2008.

IN BRIEF

(p. 5)

EVER-BLOSSOMING LOTUS

After perennial design and construction phase the Congress Centre of the new city administration of Hangzhou, China has now been completed. The concept and design of the facade was completed by Peter Ruge Architekten (before Pysall Ruge) in collaboration with Prof Wang Xiaosong from DBH GmbH. The new building ensemble is situated close to huge Qiantang River not far from the city centre. It will be the focus building of the new large business and administration district of the city.

This fascinating complex consists of six office high-rise buildings arranged in a circle and connected at the upper floors through a circular bridge. The high-rise buildings are flanked by flat multi-functional buildings including four main entrances from all directions. As the new central form of the main administration building of the City of Hangzhou, the Congress Centre resembles a large precious stone.

The facade design on one hand supports the unique modern architecture of the building ensemble but on the other hand it takes up typical local or traditional aspects of the region. Zhejiang Province is known for its tea-producing region. To express the building's regional characteristics, design of the facade is based on the superimposed configurations of the tea cultivation pathways and the planting nets. As a result, the building is enveloped by a multi-layered fabric, giving it a true architectural plasticity.

Seen from a distance, the facade appears like a rigid volume, but dissolves into a network of structures and levels as you come closer. The main idea for the design of the roof was to use it as the fifth facade of the building to set up a strong and typical local image in the shape of a lotus blossom, which you can see from all upper floors of the surrounding high-rise buildings. Through the different lengths and fixed height of the steel beams the structure is waved and this external structure forms the abstract blossom of lotus in the centre of the roof. This part isn't covered and is designed and planted as a green landscape. Peter Ruge Architekten's aim is to combine and express all the regional natural features within the Centre, and today we can see that the proposed target is successfully achieved.

Peter Ruge Architekten

BATTLE OF GIANTS

The race for the construction of the tallest building is still in progress. Fast becoming leaders in the design of tall buildings, Adrian Smith+Gordon Gill Architecture have just scooped another major project in China which is destined to become the fourth tallest building in the world when construction completes in approximately five years. It will be another world-class accomplishment of the company. Entitled Wuhan Greenland Center,

the 606 m pillar will be located on the intersection of the Yangtze and Han Rivers and will comprise around 200,000 sq m of commercial office space, 50,000 sq m of high-end residential accommodation, a 45,000 sq m five-star hotel, and a stunning private member's club in a 27 m – tall pent-house volume.

Adrian Smith and Gordon Gill will work as design architects on the 119-storey scheme, with engineers Thornton Tomasetti and energy services, engineering and consulting company PositivEnergy Practice. Speaking on the decision, Gordon Gill commented: “Wuhan is an exciting and important project for our firm as we continue to advance our ideas about performance-based supertall tower design. We look forward to building on past experience on similar projects, with particular emphasis on the relation of architectural form and performance as they pertain to structural wind loads.” The structure's fluid conical form has been deliberately crafted to minimize the volume of structural material needed in construction, whilst its tapered body, softly rounded corners and domed top have been introduced in order to reduce wind resistance and vortex action that occurs around supertall buildings. There was suggested the expressive design solution. The tower's elongated silhouette rises from a tripod-shaped base, tapering gently to an arched apex of smooth curved glass which works in direct contrast to the textured curtain wall of the main column.

**Adrian Smith+Gordon Gill
Architecture**

PILOT ARCHITECTURE

The boundaries of cutting edge architecture in Mexico City have been extending year on year since LAR/Fernando Romero presented the gleaming Museo Soumaya back in 2007. Completed in March this year, the concave art museum has become a beacon on the skyline of the city, inviting both aspiring and experienced architects to test their ingenuity in what is slowly emerging as the new design playground of the daring. As 2009 came to a close, Foster+Partners unveiled the colour-banded concept for the Campus Biometrics, the practice's first structural design in Mexico. At the time, senior architect at Foster+Partners Nigel Dancey explained that not only was this concept breaking new ground for the firm but it was expanding the horizons of Mexico City: “The project will help safeguard the recharging of the aquifer supplying much of Mexico City and protect indigenous plant and animal species, as well as the important geological formations found on the site.” On 22nd June, local architects Rojkind Arquitectos celebrated the groundbreaking ceremony of their most recent composition, R432, which is due to take pride of place on one of Mexico City's most prestigious streets, Reforma Avenue. Ascending 54 floors from a 70 sq m base, the glittering tower sports a concertinaed facade

which extends and retracts into angular divots in direct opposition to the soft folds of the City's most recently completed cultural monument – Museo Soumaya.

Within the rippling form will be 28 floors of residential units, 12 levels of offices with associated parking, 3 floors offering luxury restaurants and retail facilities, with 5 basement levels reserved for residential parking. Located on the top 10 floors will be entertainment and leisure facilities to cater to the needs of R432's residents, including a gym, swimming pool, spa area, and jogging track.

As Mexico City continues its creative development, architects and designers appear to be taking inspiration from more and more unlikely sources. In this case, Rojkind Arquitectos have been stimulated by the writings of French philosopher Gaston Bachelard, whose critical piece ‘Water and Dreams: An Essay on the Imagination of Matter’ explores the comparative constituents of a number of natural materials, on both physical and figurative levels. In the opening to his theoretic examination, Bachelard argues: “‘Images’ whose basis or matter is water do not have the same durability and solidity as those yielded by earth, by crystals, metals, and precious stones. They do not have the vigorous life of fire images...To be deceived by river mirages; a soul must be quite disturbed. These gentle water phantoms are usually linked to the sham illusions of a beguiled imagination seeking entertainment. The phenomena of water lit by a spring sun thus provide the common, easy, and abundant metaphors that inform second-rate poetry. “We cannot be captivated by such images, not even natural ones. The do not awaken in us the profound feeling that equally common fire and earth images evoke. Because they are elusive, they give only a fleeting impression. A glance toward the sunlit sky and we are filled with the certitudes of light; an inner decision, an unexpected urge, and we give ourselves up to the earth and its will, to the positive tasks of digging and building.”

The explanation given by R432's architects is that this complex piece of critical theory has inspired the interior layout of the building volume, dividing the internal space into zones identified by specific themes recognized by Bachelard including smells, sounds, colors and so forth. These include Metal, Crystal, Water, Stone, and Seeds.

If one delves a little further it may be suggested that the designers are in fact interacting with the philosopher's text on a deeper level, the rippling building concept the a direct response to Bachelard's considerations on the materiality and density of so-called water ‘phantoms’. The swells in the glass facade may also be read as a reflection of the writer's argument that ‘violent water is a schema for courage’: a courageous building for what is gradually becoming an architecturally fearless city.

Rojkind Arquitectos

HEAVEN ON EARTH

In the Gold Coast, Queensland, Australia, has opened a new Hilton Surfers Paradise Hotel at 134 rooms. An interesting fact is that all of his numbers are non-smoking.

Acclaimed architects The Buchan Group designed both towers as well as most of the interior of the \$700 m development. Their brief was to create a sophisticated hotel and residences offering unrivalled service on the Gold Coast, capturing stunning views of the long white beaches to the east and mountain ranges and winding canals to the west.

Buchan Group Director Gerry Holmes said the Hilton Surfers Paradise towers were designed with simplicity in mind: “The buildings showcase strong external design features with a vertical dialogue between the two towers and a significant difference in height to ensure each tower possesses its own identity.”

The result is two visually impressive buildings of stunning form and simplicity. Despite the structural differences, each part has a logical, functional purpose and each is inextricably related to the building's use and location. The great arcs responding to water and land are represented in an oppositional dialogue, while at the same time stabilizing the relationship between them.”

Hilton Surfers Paradise General Manager David Kelly said the unique, sail-like design of the towers embodied the style and energy of Hilton Surfers Paradise: “The complex itself aligns with our vision for Hilton Surfers Paradise, in that it's distinct, yet offers a fresh and sophisticated vibe. As the first Hilton Hotel in Australia to offer a combined hotel and residences concept, we are confident we have created a product that positions us as an industry leader. The Buchan Group has created a fresh design, inspired by the coast. It maximizes the breathtaking views of the ocean as well as the luscious hinterland, and reflects the Gold Coast on both the interior and exterior of the buildings.”

The Buchan Group

3BEIRUT

The construction of multipurpose high-rise complex on the draft British architectural firm Foster+Partners has started in Beirut. Responding directly to the site and culture of Beirut, this high-rise complex will create a sustainable residential and retail development of international quality. The development will also strengthen Beirut's role as a centre for tourism, commerce, retail and entertainment while providing new green spaces at ground level for the city to enjoy.

Located in the Beirut Central District, the scheme forms a part of the prestigious Sector B of the Solidere masterplan and is designed to enhance this area as a thriving and celebrated part of the city. Particular consideration has been given to the public realm and the creation of an attractive envi-

ronment accessible to pedestrians. Established around direct pedestrian routes across the site, its design will connect the historic city centre to the harbor at the Mediterranean.

The glazed north side of the towers will provide spectacular views of the harbor, while the south-facing side steps down in height, integrating the towers into the urban grain, and at the same time focusing on the public areas and green gardens surrounding the complex space. The ground floor is given over to shops, galleries and restaurants and catering. 3Beirut will be the first towers in the city to have green roofs, creating a unique residential development. This unusual solution should contribute to the progressive change in the habits of city dwellers to the traditional clear division of inner space and the environment.

Foster+Partners' vision for the interiors is to create apartments that are based on elegant and functional layouts, allowing the occupants to inhabit them in a number of different ways, while also enhancing the appeal of this distinctive location. The interiors will be signified by calm, uncluttered space and the passive environmental strategy will maximize natural light and ventilation.

Foster+Partners

VERTICAL NEIGHBOURHOOD

New York City is the proposed location for an energy-conscious 950 ft residential tower, designed by architecture and planning firm Solus4. Marketed as a ‘vertical neighborhood’, this skyscraping blade comprises 50 full-floor four bedroom plus apartments at approximately 3,000 sq ft each, all of which will be serviced by a high speed destination-selective elevator system. These residential units will sit atop a communal base which includes a number of food and beverage outlets; produce retailers, a range of cafes, and recreation facilities including a gym, swimming pool and museum/gallery space. If the project will be implemented the tower will become one of the five tallest buildings in New York.

The entire complex has been created under Solus4's Sustainable Neighbourhood Collaborative Initiative principles (SNCI) which ensure that the all members of the design team work in an equal partnership to finalize a plan that is both innovative and sensitive to the site environment. The entire structural system, designed by LeMessurier Consultants, is in-situ concrete with flat slabs supported by columns and shear walls embedded in the extruded core shaft leaving large portions of the perimeter free for the 14 ft floor to ceiling glass. The exterior glazing makes up one of the tallest proposed hybrid double glazed skins. This structure allows trapping heat inside the building in winter and prevents overheating of rooms in summer.

The building is equipped with solar panels that will provide a large per-

centage of the building's power demands; some indications suggest that at certain times of the year the energy generated will be surplus to the building's needs, and may therefore generate additional income for the tower's residents. The air circulation between the layers of the double facade creates the effect of the vent air chimney. Mini turbines will also add to the levels of energy generated onsite, by taking full advantage of the vertical air movement within the building.

On each floor of a skyscraper are provided balconies. They not only add the useful space to the apartments. The shadow screens placed on the balconies maintain an optimal level of natural light indoors. In addition, the balconies are collectors of rainwater. Subsequently, it enters the system of technical water supply of the house and then is used for sewer needs. The windows of the building will be equipped with electronic shutters with temperature sensors, so it will allow creating and maintaining a comfortable temperature in different rooms individually.

Many new residential city developments look to encourage a reduction in the number of residents using cars as their primary form of transportation by incorporating stations for electric cars within a building itself. Solus4 has gone one further however by excluding parking facilities in their tower, aside from an undetermined quantity of all-electric cars which will be garaged onsite under the common ownership of residents.

Solus4

GREEN LIGHT FOR KINGS DEVELOPMENT

International architecture firm, Kohn Pedersen Fox Associates (KPF) has won planning consent has been granted for its scheme for the redevelopment of King's Reach Tower on London's South Bank for developer CIT Group. KPF's design for King's Reach retains and transforms the existing 1970s tower and T-shaped podium building, originally designed by Richard Seifert, to provide a mixed-use development incorporating residential, retail, office accommodation, and an enhanced public realm.

By creating a new route through the heart of the scheme, doubling the retail around the perimeter of the building, and relocating plant and support spaces below grade, the ground plane of the tower is significantly altered. The existing T-shaped podium will be reconfigured, with the cores relocated and three new floors created. At the first floor level a new landscaped garden will create a buffer between the office and the existing residential building, and a new roof garden at the ninth level, for the new residents, gives views across London. Within the tower the upper floors, levels 11 to 36, will be converted from office use to 173 residential apartments.

The vision for the development is

a simple retained structure which does not erase the memory of the 1970s building but adds a new layer of renewal and adaptation. The treatment of the facades and variety in the use of materials accentuates the verticality of the building and also combines concrete, glass, light metal and warm wood defining new spaces whilst creating an intimate scale.

Located on a prominent site on London's riverside, the revitalization and remodeling will contribute to the ongoing regeneration of the South Bank. The design creates a new and exciting space for the city, opening up routes though the site at ground level, animating the streetscape with integrated retail frontages, and providing high-quality residential and office space. KPF's design targets a BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ‘Excellent’ rating. Reusing the concrete structure is anticipated to save in excess of 6,000 tonnes of CO₂, while a number of energy efficiency measures are being used, including a highly effective heat recovery system, low energy lighting systems, high efficiency water cooled chillers, a heat store to reduce peak loads, and provision for linking in the future to district heating and cooling schemes. Replacing the facade will also result in a reduction of approximately 72% of the current annual heating and cooling demand.

KPF

WEDDING DRESSED TOWER

Clasping hands have long been a welcoming symbol for those extending hospitality to guests, an image that WS Atkins has now pushed to the full with plans for a new luxury 380-bedroom hotel, plus assorted other uses in the Indian city of Mumbai.

With a height of 300 meters and 62 floors, the scheme is being developed by an as-yet unknown developer to stand in the Ambika Mills area only a few hundred meters away from the topped out luxury Shangri-La hotel. The design of the building features two narrow ellipses connected together by a central atrium that form wings with corridors in between creating symmetrical floor areas. The shape of the tower itself is that of a narrow ovate that creates a slender and double-edged look as it rises from its podium.

One of the greatest examples of the burgeoning consumerism in India is the evermore extravagant and expensive weddings. The tower has been designed specifically to cater for them, with the facade pattern inspired by the henna of a Mehndi ceremony and expressed through the use of frittered glass and white alpolc panels. This podium will host a collection of 6,000 square meters of shops and restaurants in double-height retail areas and an arcaded retail street, plus distinct and easy to find entrances for the various other building uses. These include 9,000 square meters of grade A office space in the levels immedi-

ately above the podium that have the largest footplates, and at the top a sky restaurant and bar.

Here there will be four floors of restaurants and bars linked by a series of panoramic elevators with sky gardens and exposed structural beams above creating a huge cathedral-sized atrium that rises over 100 feet from floor to ceiling.

The project, named the Namaste Tower, has no actual construction date as of yet, but the site is being prepared for work to begin.

WS Atkins

FIRST IN FRANCE

2011 is fast shaping up to be the year of the tall towers, as it seems almost every week we receive a new project which claims to be the highest-hoisting structure in this city or that country, or updates on well-publicized structures reaching even dizzy heights.

From Adrian Smith+Gordon Gill's new Wuhan Greenland Center (606 m and tipped to be the fourth tallest building in the world) to Solus4's proposal for a Sustainable Vertical Neighborhood in New York (950 ft) and TFP Farrells' concept for the Z15 Tower (more than half a kilometre high and designed as the tallest building in Beijing), we have been inundated with far-reaching concept designs each bigger and better than the last.

Whilst the conflict of the concepts continues, we're also keeping an eye on the rapidly increasing construction of Nikken Sekkei's Tokyo Sky Tree (having passed the 600 m mark it is now well on the way to being the world's second tallest building) and TFP Farrells' Kinkey Financial Tower in Shenzhen (441 m). It must be noted that a large proportion of these spiraling schemes come from the more affluent countries in the world, who favors bold architectural statements as a symbol of growth and economic development.

Very rarely does a French project stake a claim in the circle of tall buildings, however global design firm Kohn Pedersen Fox Associates (KPF) has just celebrated the reopening of Tour FIRST – the highest building in Paris and the tallest office building in France and 231 m. It has left behind a tower “Montparnasse” (210 m), for long time considered the highest in the capital, and throughout France as well.

The scheme has transformed a towering commercial building by Pierre Dufau into a glistening beacon in the La Defense district, its distinct form standing prominently on the Parisian skyline. For KPF this is an opportunity to showcase the firm's dedication to the idea of refurbishment as a sustainable approach. Speaking at the inauguration KPF Chairman A. Eugene Kohn elaborated: “This building is really ahead of its time in that it was re-skinned to make, essentially, a new building, and isn't simply a new addition to the Paris skyline. We enjoyed a wonderful collaboration with all

parties involved. Great buildings are a result of great teamwork.” In their transformative project, KPF dramatically altered the tower’s silhouette to provide added character to an already impressive form, and inserted numerous openings to flood the interior spaces with much-needed natural light. The scheme takes the original concept of three wings wrapped around a central core into consideration, and tastefully modernizes it to improve environmental performance and internal circulation. «Green» principles are fully embodied in the project: at this time the tower is the largest office building in France, which has received a national environmental friendliness certificate HQE (Haute qualité environnementale).

KPF
LEXINGTON: HISTORY
AND MODERNITY

The downtown of Lexington, the second largest city in the American state of Kentucky, could be set for a skyline transforming project if regeneration proposals from the pens of Studio Gang Architects get the go-ahead. Dubbed Centrepoin^{te}, the 30-storey, 118 metre tall tower consists of a number of vertical elements all packed together with two different façade treatments on display.

The first of these is glass curtain walling, with the second being stone framed slender floor to ceiling windows. They are then arranged in an alternating order that breaks the building up clearly into slender segments. The fully glazed areas are further interrupted by sky gardens within them that will be open to the elements, whilst toping each individual vertical section will be a further sky garden. Beyond the condo tower the project also extends to another building by Studio Gang, an irregularly shaped 8-storey office block and retail plaza that will be dominated by glazing. In addition to this the smaller buildings along Main Street will be designed in conjunction with other firms with their plans yet to surface. This will be the next step of the project with the cluster intended to fit into the historic streetscape and individual designs for each building marking them apart.

Studio Gangs

EAST PORT OF DALIAN

Leading architecture firm, Arquitectonica has come with what is best described as an interesting design for a new skyscraper in the Chinese city of Dalian called Eastport.

Designed for Dalian Parkland Real Estate Development, the project boasts a unique design that is something of a rarity these days in a world where starchitects come up with all sorts of mangled shapes and sizes with the help of computers, and the deep pockets of their clients. The exterior consists of a number of different components that add up to give its unusual look. The architects have effectively drawn a number of

planes, the most complex of which stands in the form of an overturned S, and then rounded their corners with the two main shapes set perpendicularly to each other. These have then been extruded out to create a series of parallel planes with each section vertically and regularly marked to order the sense of depth. On the complicated S-shape, the sides of the building are slender to the point of looking impossibly thin with an impressive bridge section on the upper part of one half. At its base, one end of the S is elongated out and then loops around enclosing a public. On the other hand, the main tower of the project is much deeper as one would expect from the need for greater structural support. It rises from a low level podium filling most of the site with a square footprint, and a separate ten floor cuboid located on one corner of it.

The end result in this case, perhaps it looks like someone dropped a computer font. It’s an intriguing idea that will hopefully see light of day in the end and add to the weird and wonderful collection of modern architecture that China is accumulating.

Arquitectonica

HISTORY

America: The New Millennium Skyscrapers

(p. 20)
MARIANNA MAEVSKAYA TEXT,
PHOTOS ALEXEI LYUBIMKIN

XX century American altitude civil engineering is a basic reference standard for most countries. Design achievements tested on the construction of American skyscrapers and well-tried constructive methods represent the gold portfolio of world high-rise construction. What happens in high-rise architecture of the United States in the new century? Whether there are exciting ideas, innovative, unique technologies and think outside of the box solutions? In our brief review we have attempted to present the most striking pieces of modern vivid palette of the American high-rise construction.

First of all, we should mention that the very idea of the need to build skyscrapers in the United States have been extremely important in this new century by several factors. First, the transition to the next millennium has generated a wave of interest in creating visible symbols of power and significance of the human genome

(or a separate company-customer) through the new images and techniques that have appeared on the turn of the century. In the second place is the fact that at that time American society has experienced the biggest upheaval since the end of World War II. Terrorist attack and the destruction of the WTC Twin Towers on September 11, 2001 in its public response were comparable only with the shock of the Japanese assault operation at Pearl Harbor. And because the tragedy was directly related to the skyscrapers, the principles and requirements for their construction and use have undergone radical changes. All this together made the architects and engineers thoroughly review the technological matters, and extremely elaborate options for safe and efficient operation of new facilities.

Another challenge in the new century was the American and then global financial crisis that has significantly affected long-term projects. A lot of construction projects have been frozen and perspective plans already approved projects - removed. But even nowadays at such an alarming devastation background American high-rise construction shows admirable persistence and tenacity. There are some geographic localization points of famous specialists’ teams. Skyscrapers are designing and building in ever-contending New York and Chicago. Major projects have been implemented in Las Vegas, Charlotte, Philadelphia and other big cities.

One of the fundamental factors that have exerted influence on the development of this branch is a special attention to environmental issues and energy conservation. This global trend in architecture and construction is particularly relevant at erection skyscrapers, because just at that spot the “size matters” (including operating costs). If during the construction of skyscrapers in other countries compliance with LEED standards distinguished as particular advantage, as for American sky-rises the accordance to U.S. Gold or even Platinum LEED standard (Leadership in Energy and Environmental Design) by the end of the first decade of the century came to be seen rather as a necessary condition for the successful emergence of a new skyscraper.

NYC still holds a special place among the leaders of the national high-rise construction. In addition to focusing on the development of projects for the site of the destroyed WTC, that has become the main concern of the city government in current decade, New York eager to acquire a new high-rise masterpiece also at other sites. The building of the Bank of America Tower at Bryant Park completed in 2009 is a perfect illustration of this tendency. The US\$1 billion exquisite project was designed by Cook+Fox Architects to be one of the most efficient and ecologically friendly buildings in the world. It is the second tallest building in New York City, after the Empire State Building, and the fourth tallest

building in the United States. Bank of America Tower is the first skyscraper designed to attain a Platinum LEED Certification.

According to the customer urging the new skyscraper has to ensure the maximum healthy atmosphere in the premises and provide the least possible adverse impact on the environment. As a result the Bank of America tower is constructed using a concrete manufactured with slag, a byproduct of blast furnaces. The mixture used in the tower concrete is 55% cement and 45% slag. The use of slag cement reduces damage to the environment by decreasing the amount of cement needed for the building, which in turn lowers the amount of carbon dioxide greenhouse gas produced through the normal cement manufacturing process. Temperature control and the production of some of its energy are accomplished in an environmentally friendly manner for the tower. Insulating glass reduces thermal loss, lowering energy consumption and increasing transparency.

In appearance the new Manhattan skyscraper is a transparent pale blue crystal with a 78-meter spire, soaring above the surrounding buildings and the park area. This effect is achieved not so much by the actual height, but because of the light breaks of diagonal planes of the building, giving visual lightness and fragility to the giant construction. Despite its impressive real physical parameters the Bank of America looks more intricate and elegant compared to the more massive volumes of surrounding skyscrapers.

The New York Times Tower in its exterior image is a striking antithesis compared to the Bank of America. Designed and built in the middle of the decade (2003-2007), this is a 52-storey refined version of neo-modernism, which has survived after the fascination with hi-tech and postmodernism so typical for the last quarter of the twentieth century. The tower was designed by Renzo Piano Building Workshop and FXFOWLE Architects, with Gensler providing interior design. It is a highly professional sample of the most advanced designs and technologies, concentrated in a rational and pragmatic organized a high-rise prismatic volume (228 m, spired 319 m). Engineering support during the implementation of this project was entrusted to a very reputable Thornton Tomasetti. The design incorporates many features for increased energy efficiency. The building is promoted as a Green structure, though it is not LEED certified.

Completion of the New York Times Building aroused wide public response. As of 2008, the building is tied with the Chrysler Building as the third tallest building in New York City and the seventh tallest in the United States. New tower surroundings also have a great historical importance to the architectural environment of

the city. The Times Square area and its adjacent streets, the Hearst Tower neighborhood and the other famous buildings around had required very careful approach to the formation of the skyscraper image. Contrast of the frame diagonal drawing with the facing of the convex central part of the volume, creates a memorable character of the new building, which is not lost among the motley variety of New York skyscrapers.

In October 2009, in Battery Park City, neighborhood of Manhattan the company Goldman Sachs headquarters celebrated new home in the 230-meter skyscraper. In spite of all the financial turbulence, it is still considered to be one of the major players on Wall Street. The building is located on West Street, between Vesey and Murray Streets. It is adjacent to the World Financial Center and the Embassy Suites hotel, across the street from the Verizon Building, and diagonally opposite the World Trade Center site and One World Trade Center. The skyscraper was designed by Pei Cobb Freed & Partners, and received a LEED Gold certification. Construction on the building’s foundation began in 2005 and faced various problems before completion in late 2009. On December 14, 2007, a nylon sling on a crane failed, sending a 7-ton load falling to the ground. It crushed two trailers on the ground and an architect inside. The project was halted by New York City officials. Work resumed in the months thereafter.

The building features an environmentally friendly raised floor under-floor air system. From an architectural point of view of the tower is a concise, curved plate, somewhat overwhelming in its power and monolithic volume. Some variety and sophistication of its extremely high-quality components give the facade structures, which by its very appearance give the impression of elegance and expensiveness of the building. In stylistic terms, this is a typical example of the principles of matching high-tech and pure modernism, which stepped into the new millennium at the height of technological capabilities.

In contrast to New York, which is for over a hundred years claiming to be the world capital of skyscrapers, Chicago is their ancestral home. Right here in 1885, was built the first skyscraper ridiculously small by today’s standards - a 10-story building height of 42 m. In subsequent decades Chicago with varying success claims to posses the most outstanding and prominent high-rise buildings. Landmark prismatic office buildings of Mies van der Rohe became a model of so-called Chicago-style to the all world. This is especially possible when in this are interested the incredibly successful people such as Donald Trump.

The perpetuation of the name and power of billionaire Donald Trump in the space of Chicago was charged to authoritative American architect Adrian Smith. Hotel and Chicago

Trump Tower rises at 423 meters spired and has 92 residential floors, which makes the construction the tallest residential building in the U.S.A. The need for the reaction to September 11 has forced the author and the customer to reduce the original height. As a result, the Trump Tower (2009) with an overall height of the roof level to 360 meters (without spire) yielded the absolute primacy to the Chicago skyscraper Willis Tower (up to 2009 Sears Tower, 527,3 m), but still ahead of multifunctional John Hancock Center (457 m) as a building with the most highly ascended from the ground level living space in the world. Today, the Trump skyscraper closes the top ten tallest buildings, but how long will it be there is difficult to predict.

The functional purpose of Trump Tower has also undergone some changes in the process of modifying the project. The number of upper floors used for a penthouses was reduced, decreased the number of expected condominiums. Public spaces and lounges have got a particular specialization: lobbies for guests of the hotel and lounges for residents of condominiums. There were decreased the size of retail area, a health club and space for restaurants. On the roof was installed the spire, which according to critics opinion does not aesthetically complements the building and looks a little alien. Despite the changes, the plan was launched in spring 2005. As a general contractor the construction was headed by an internationally recognized Bovis Lend Lease, successfully implemented such big projects, such as Disneyland in Paris, the Petronas Twin Towers in Kuala Lumpur and other large-scale schemes around the world.

Continuing the traditional rivalry between New York and Chicago for the emergence of the most famous and tallest skyscrapers in the United States, on the northern bank of the Chicago River was erected a new 60-story giant. Designed by the internationally recognized firm Pickard Chilton, the 57-story, 1.3 million-square-foot building continues the extraordinary tradition of Chicago architecture. Rising 775 feet from the Chicago River, 300 North LaSalle, among the city’s tallest buildings, offers 200 feet of frontage along the river, including an outdoor plaza with seating and a large waterfront café. Other building amenities include a three-level, 225-car garage, a white-tablecloth restaurant, a fitness center, a conference center and a bank. As a certified Gold LEED-CS development (2010), the tower is extremely energy efficient. So here is used a natural daylight, solar panels and a system of air and water purification, as well as energy-efficient construction and finishing materials.

Its façade is clad in richly articulated glass and stainless steel, maximizing the introduction of daylight and minimizing solar gain. The external appearance of a new skyscraper

meets the rationalist architecture Chicago tradition. The main exterior design effect of large-scale prismatic volume is achieved by multiple reflections of sky and water in glass-metal facades of the tower. Crisp and structured rhythm of steel structures visually facilitates the impression of a skyscraper compared with “materialistic” stone facades of surrounding buildings.

The multifunctional 72-storey skyscraper Legacy at Millennium Park, located along S. Wabash Avenue, near E. Monroe Street is even more impressive and architecturally inventive among Chicago achievements appeared on a map in the same years (2006-2009). It is performed on the draft of the architectural bureau Solomon Cordwell Buenz & Associates. A narrow glass building with 360 luxury apartments looks like it grows out from the urban fabric and strives up, surrounded by historically significant buildings. For instance the site where the building is erected preserves the historic facade of the Chicago Landmark Jewelers Row District on Wabash Ave. In the first floors of the tower are classes of School of the Art Institute of Chicago that also puts some responsibility on the building as an example of modern architecture. The selected narrow and fine form is caused not only by the size of plot, but also the requirements of the customer (Mesa Development LLC) to provide the most detailed panoramic views over the town for all apartment owners. Considering the actual size of the building, the architects managed to be extremely elegant and dynamically combine the required artistic impression with taught functional requirements.

One Museum Park in Chicago is designed by Chicago-based architecture firm Pappageorge Haymes, Ltd. and located in the Near South Side community area. One Museum Park is the tallest building in the Central Station development, the tallest building on the south side of Chicago. It is also the tallest all-residential building in Chicago, and the second-tallest all-residential building in the United States. Museum Park is a complex of multiple residential towers within the Central Station development at the southern edge of Grant Park. It is a massive stage volume with arc-shaped segments of the facade, paired in several places. 62 operated storey residential tower blocks produce a significant impression, and are the most prominent landmark of urban transformation scheduled in the southern part of the city. Construction of One Museum Park was followed by the 54-story One Museum Park West, directly to the west at the corner of Roosevelt Road and Indiana Avenue. The first residents of the new skyscraper could appreciate its living amenities in 2010, the construction of other planned facilities already in full swing.

As a part of the same project, the transformation of urban areas in

Chicago was rebuilt The Blue Cross Blue Shield Tower (BCBS, 243 m), the skyscraper built in 1995 - 1997 in the north end of Grant Park at the intersection of 300 E. Randolph Street. The 33-story first phase was completed in 1997 under the firm name of Lohan Associates (now Goettsch Partners). Architect James Goettsch of Goettsch Partners designed the building. The building is located next to the Aon Center and original plans hoped to connect the two buildings via an underground pedway but the plans never came to fruition. As a result of a great work done massive modernist office skyscraper has got more advanced technical solutions to further exploitation and in 2010 adopted office staff in the reconstructed space.

BCBS was originally designed to allow for many more floors to be built later as market conditions warrant and indeed in the center of the building you can see a large open space where more elevators can be inserted into the building to accommodate additional floors. The first phase was completed in 1997, the 24-story second phase started in 2007 and was completed in 2010. The building and the large expanse of windows facing Grant Park are often used to spell out words to commemorate or celebrate events and happenings in Chicago. Architecturally the building once again demonstrated a commitment to modern architects of the Chicago School tradition of rational architecture of modernism and functionalism, where the simplicity of geometry and the right angle logic are still held in high esteem.

In 2000s Philadelphia has brought its mite in diversity of the national skyline. The city whilom aspired to the status of cultural capital and the Center of significant for the U.S. cultural treasures, has implemented a high-scaled project of skyscraper - Comcast Center on the John F. Kennedy Boulevard. Originally called One Pennsylvania Plaza when the building was first announced in 2001, the Comcast Center went through two redesigns before construction began in 2005. Comcast Center was designed by architect Robert A. M. Stern for Liberty Property Trust; engineering components were monitored by not less authoritative Thornton Tomasetti, which specializes in development of unique high-rise buildings.

The 58-story, 297 m (974 ft) tower is the tallest building in Philadelphia and the fifteenth tallest building in the United States. For the first time about plans to build Liberty Property Trust – a real estate developer announced in 2001, but subsequent adjustments took another four years. One Pennsylvania Plaza was to be 750 ft (230 m) and made of kasota stone similar to the Philadelphia Museum of Art. However, later it was decided to use the materials to facilitate visual impression of the tower massive volume.

Somewhat provincial compared to Chicago and New York skyscrapers,

though still having a certain charm, appears the RSA Battle House Tower, the tallest building (227 m with spire) in the city of Mobile in Alabama. Although this 35-storey stepped miracle with a stylized dome and spire was built in 2003 - 2007 (author - the local office TVS Associates) watching him one can think that its architectural design lagged behind the fashion for twenty years at least. As a result, it seems like just thoroughly updated a successful post-modern construction. However, in the local hierarchy of the new high-rise buildings the skyscraper has pressed the Wells Fargo Tower in Birmingham, Alabama, before considered as the highest in the state. A new high-rise has received its name due to the Battle House Hotel, which became a part of a new multipurpose building. In the tower also arranged offices and a three-story public area. During its construction works the building five times as has been exposed the devastating hurricanes, including the "Katrina" in 2005. Despite all the difficulties the skyscraper nevertheless was completed in 2006. Its illuminated "crown" at once became a significant tourist attraction of Mobile, and in good weather it can be seen even from a distance of 30 miles (48 km).

In the mid-1990s, was developed a large project to reconstruct the boulevard of Las Vegas and the entire center of the main entertainment U.S. city in Nevada. Upgrading of individual buildings and new projects was entrusted to the most venerable architectural bureaus. For Las Vegas have designed Pelli Clark Pelli Architects, Kohn Pedersen Fox, Helmut Jahn, Studio Daniel Libeskind, Foster+Partners and RV Architecture. Not all projects were to ride out the economic crisis. Some projects were suspended, and some completely abolished. Successful completion of the project turned out for 57-storey building Vdara Hotel & Spa from Rafael Viñoly (Rafael Viñoly Architects). But the fate of the almost completed 68-storey The Fontainebleau Las Vegas still is not clear. Originally conceived as a luxury hotel with a casino, restaurants, night clubs and its own theater, the project was stopped at 63d floor level and preserved in unfinished form. Its actual height today albeit is 184 m, which is different from initial design, but still significantly affects the skyline of Las Vegas – the city located in a flat desert. Clumsy huge glass object was invented by the Carlos Zapata Studio architects, in cooperation with Bergman Walls Associates. For today it's hard to imagine how would come out the building in its completed form. The construction of this complex has acquired the dramatic details: bankruptcy and even suicide of the previous owner. So, the current owner of the building the financier Carl Icahn preferred for the time refrain from further investment in the project. Therefore it seems like the high-rise silhouette of Las Vegas yet remains with the unfinished skyscraper in the city center.

In the mid-2000s in many U.S. cities was popular an idea of large complexes construction. Some of them succeeded in bringing to its logical conclusion, despite the economic turbulence. In Charlotte, North Carolina, was originally planned to build a 34-story skyscraper Duke Energy Center of 160 m height, it was announced in 2004. Finally the Duke Energy Center is a 786 feet (240 m) tall, 48-floor (totally 54 floors including mechanical floors). Its 48 above ground and six underground levels are enclosed in a concise and a technological "package" of glass and white stone. The form of the high-rise like a prism famously cut off at an acute angle. Originally, the building was to be known as the Wachovia Corporate Center. It was to replace One Wachovia Center as the headquarters of Wachovia. Today the building and adjacent cultural arts campuses are owned by Wells Fargo and the company preferred different name.

The complex will also include a 46-floor condominium tower (future), the Afro-American Cultural Center, the Mint Museum, the Knight Theatre, the Bechtler Art Museum and a History Museum. Wachovia was to occupy 450,000 square feet (42,000 m²)[8] of the 1,500,000 square feet (139,000 m²) tower. Wells Fargo plans to use five of its 14 floors. The building was constructed by Batson-Cook Construction, with ready mix products from Concrete Supply Co. and structural engineering firm TRC International Ltd, of Sarasota, Florida. The building has achieved LEED Platinum status by including water-saving plumbing devices, a water storage system that will treat rainwater to be used for cooling tower make-up water, and a green roof. The facade of the structure is illuminated by hundreds of programmable color changing LED and metal halide luminaries. The facade lighting system provides various shows and effects. Highly visible over the east corner of Bank of America Stadium, the lighting show is used during key moments of sporting events played there.

Of course, social and economic turmoil happened in the past decade slowed down the overall rate of construction of new skyscrapers in the United States. Compared with expected growth of interest in high-rise construction very appreciable in the new century in some other countries (in particular, China, UAE, etc.), the U.S. has not sought to confirm its long-standing leadership in erection of skyscrapers. For obvious reasons, many projects have been suspended or even canceled. However, the crisis and other turmoil demanded a more careful study of those which nevertheless was to be realized in recent years. This has resulted in more to positive outcomes: in all these buildings was applied innovative technology to meet the highest international standards.

In terms of architecture, new buildings are not so enriched America, as

one would expect, because many bold proposals were cut back for economic reasons, already being under construction. But this situation, in turn, has stimulated architects to more creativity and sophistication in refining of projects. As a result, the U.S. high-rise construction of the last decade has managed to bring into the global skyscrapers palette abundance of diverse and colorful buildings having an undoubted technological excellence and thought-out approach to model of the most efficient operation of high-rise buildings.

PERSPECTIVES

Postclassic Manhattan Silhouette

(p. 28)

MATERIALS PROVIDED BY GEHRY PARTNERS, LLP

In February 2011, in New York was formally opened a skyscraper, designed by Frank Gehry, and after changing several names finally called New York by Gehry. In June the same year it was named the best high-rise building in the Americas for 2011 according to CTBUH.

The 76-story skyscraper designed by architect [Frank Gehry](#) in the [New York City](#) borough of [Manhattan](#) at 8 Spruce Street, just south of City Hall Plaza and the [Brooklyn Bridge](#), is the tallest residential building in the Western Hemisphere, and somewhat resembles [Aqua](#), a Chicago new skyscraper, in height and form. Construction began in 2006; the tower topped out in November 2009 and was completed in early 2011. Although that the building was conducted quickly enough, during the implementation period of this project occurred a lot of events. Initially called Beekman Tower, the building caused negative reaction of New Yorkers, who feared that the tower will spoil the silhouette of the city (parallel to discussions of erecting new high-rises in St. Petersburg). However, in contrast to the city on the Neva River, the skeptic objections did not exceed the number of positive responses, and construction was resumed. Then came the crisis, but on February 10, 2011 hosted the opening ceremony and the tower, before it has got the current name, was unpretentiously renamed in accordance with its address at 8 Spruce Street.

New York by Gehry at Eight Spruce Street is located on a 4087,7 sq. meter site in lower Manhattan. The site sits between Spruce Street on the North and Beekman Street on the South. There are two through block plazas on both the East and East side of the building on William and Nassau streets will be landscaped by Field Operations.

The West Plaza creates a landscaped setting for a porte cochere that gives car and pedestrian access to the residential lobby. The building is in a part of lower Manhattan with few other towers. It is close to City Hall and its beautiful park. The landmark Woolworth Building by Cass Gilbert and the Brooklyn Bridge are its closest neighbors. At over 265 meters tall it will be a prominent addition to the New York City skyline and will be the tallest residential building in Manhattan upon completion. It will not only be a distinctive addition to the city skyline but also provide much needed space for the New York community.

The building structural frame is made of reinforced concrete and facade structures are made of steel and glass. This is a 76-story mixed-use complex, which houses a pre-kindergarten through eighth grade public elementary school, which the Department of Education owns. The school is sheathed reddish-tan brick, and covers 100,000 square feet (9,300 m²) of the first five floors of the building. It will host over 600 students. A fourth floor roof deck will hold 5,000 square feet (460 m²) of outdoor play space. The school includes all levels of education, from the preparatory group of kindergarten through the graduating class. For New York is not a typical situation: there are usually coexisting two types of schools – first stage education up to 8 grade and colleagues for older scholars. Here is a single campus.

There are also office space for the New York Downtown Hospital, and over nine hundred residential units. The hospital will take up 25,000 square feet (2,300 m²), and will have public parking below ground. There will be public plazas on both the east and west sides of the building, one 11,000 square feet (1,000 m²) and the other somewhat smaller. Street-level retail, totaling approximately 1,300-2,500 square feet, is included as part of the project. These 1,300 square feet of retail, for dry cleaners and drug stores, not Jean Georges and Chanel.

Above the elementary school is a 903-unit luxury residential tower clad in stainless steel. The apartments range from 41 to 150 m², and consist of studios, one-, two- and three-bedroom units. All units are priced at market-rate, with no low or moderate income-restricted apartments. It does not contain any units for purchase.

Gehry began by using the classical proportions of New York City towers and the traditional setback rules which have created the tall wedding cake designs typical in the city. He used these guidelines to create the initial massing of the building. As a result, the building consists of three large octagonal metal cylinders inserted into each other. Moreover, these cylinders look like deformed, resemble crumpled fabric. Gehry then developed the design to accommodate bay windows which the client requested in each unit. Rather than align the bay windows vertically, he moved them slightly from floor-to-floor and

adjusted their sizes from unit-to-unit. Gehry made many studies of this and realized that it had the look of fabric draping over the building, so he developed the design to accentuate this effect – undulating waves of stainless steel that reflect the changing light, transforming the appearance of the building throughout the day.

Seven sides of the tower have similar configuration, while the south side of the tower is sheared into a flat plane that contrasts the curvature of the other facades and strengthens the sculptural composition. The flat side is essential to the power of the building. The tower is clad in flat and undulating stainless steel panels. At the base of the tower is a simple five storey brick podium, which was designed to be in the spirit of the neighboring buildings. Gehry's design is about bringing that same sensibility – the focus on refined textures, the cultivation of a sense that something has been shaped by a human hand – to the digital age. He was able to achieve this quality at a close to negligible increase in cost. Gehry's innovative incorporation of bay windows creates the tower's dynamic silhouette as well as an exceptional variety of panoramic views from within the residences. The building's exterior is made up of 10,500 individual steel panels, almost all of them different shapes, so that as you move around it, its shape is constantly changing. The power of the design only deepens when it is looked at in relation to Gilbert's Woolworth building. A steel frame building clad in neo-Gothic terra-cotta panels, Gilbert's masterpiece is a triumphant marriage between the technological innovations that gave rise to the skyscraper and the handcrafted ethos of an earlier era.

As for NY by Gehry – due to the undulating facade each floor of the tower and each residential unit on the seven undulating sides will have a different configuration. The floorplans shown here are a selection from the over 200 unique layouts for studio, one, two and three bedroom residences. Gehry Partners has designed the apartment interiors to take best advantage of these unique conditions, with large windows framing views and creating window seats on some of the large window sills that are created by the movement of the wall from floor to floor. The bay windows also afford residents the opportunity to step out past the plane of the exterior wall in what Gehry calls "stepping into space" and to have the feeling of being suspended over the whole of Manhattan. The apartments range in size from 450 square foot studios to 1700 square foot 3 bedroom apartments at the top of the tower. Gehry Partners has planned these units to maximize the efficiency of the plans while creating homes with beautiful finishes and light filled rooms.

Views from every direction and floor, at all times of the day and throughout the year, and are limitless. Intimate perspectives of the Woolworth Building to

the west are set against a breathtaking panorama that encompasses of the Hudson River. All five East River bridges and iconic midtown skyscrapers, including the Empire State and Chrysler buildings, unfold along the eastern and northern exposures.

Views toward the northern horizon include Central Park and the George Washington Bridge. To the south and east, Manhattan is seen against the backdrop of the New York Harbor and the Atlantic Ocean.

New York by Gehry's 22,000 square feet of indoor and outdoor amenity spaces, together with comprehensive concierge and lifestyle services, offer residents an experience found only in world-class hotels and resorts. An enclosed swimming pool and other residential amenities are on the roof of the podium.

At the same time people traffic flows are organized in a way that visitors of the municipal facilities do not mix with the permanent inhabitants of the tower. Residents will enter through a covered drive that cuts through the block along the building's western side. Framed by massive brick pillars and a glass-enclosed lobby, the space's generous proportions will accommodate taxis and limousines ferrying people in and out of the building, making it feel more like a luxury hotel than a classic Manhattan apartment building.

Gehry's design is least successful at the bottom, where he was forced to plant his tower on top of a six-story base that will house a new public grammar school and one floor of hospital services – an odd coupling of private and public interests that was a result of political horse trading rather than any obvious benefit that would be gained from so close a relationship between the two. The building was developed by Forest City Ratner, designed by Frank Gehry, and constructed by Kreiser Borg Florman.

And as the tallest luxury residential tower in the city's history, it seemed to epitomize the skyline's transformation from a symbol of American commerce to a display of individual wealth. It broke the traditional for Lower Manhattan atmosphere of the race for profits and the success a tout prix, the presence of this piece of work reminds of the simple and eternal values of human existence. And if you add to this image young faces of schoolchildren, every morning rushing into these walls – the picture becomes even more harmonious. In daylight the furrowed surfaces of the facades look as if they've been etched by rivulets of water, an effect that is all the more dramatic next to the clunky 1980s glass towers just to the south. New York by Gehry – is the first postclassical style building on the New York skyline and hopefully not the last.

Frank Gehry is perhaps the most celebrated practicing architect in the world today. Much of Gehry's work falls within the style of Deconstructivism, which is often referred to as post-structuralist in nature for its abil-

ity to go beyond current modalities of structural definition. His parents were Polish Jews. A creative child, he was encouraged by his grandmother, Mrs. Caplan, with whom he would build little cities out of scraps of wood. In 1947 Gehry moved to California, got a job driving a delivery truck, and studied at Los Angeles City College, eventually to graduate from the University of Southern California's School of Architecture. He studied city planning at the Harvard Graduate School of Design. Gehry's best-known works include the titanium-covered Guggenheim Museum in Bilbao, Spain; MIT Stata Center in Cambridge, Massachusetts; Walt Disney Concert Hall in downtown Los Angeles; Weisman Art Museum in Minneapolis; Dancing House in Prague; the Vitra Design Museum and MARTa Museum in Germany; the Art Gallery of Ontario in Toronto; the Cinémathèque française in Paris. Experience Music Project in Seattle was not very successful, but despite Gery has been the recipient of dozens of awards recognizing excellence in architecture, including, in 1989, the most prestigious one in his field, the Pritzker Architecture Prize, which honors "significant contributions to humanity and the built environment through the art of architecture." Over the past five decades, under Gehry's creative direction, Gehry Partners, LLP has designed public and private buildings in North America, Europe, and Asia. Hallmarks of Gehry's work include a particular focus on creating spaces that are comfortable to the people who use them, and that exist well within the larger context and culture of their location. The firm's approach to design is one in which the client becomes fully engaged in the process, making each project a true collaboration.

HABITAT

Five Lakes Tower

(p. 34)

MATERIALS PROVIDED BY STUDIO GANG ARCHITECTS

Among the built in recent times American skyscrapers Aqua attracts special attention. The Aqua was named the Emporis Skyscraper Award 2009 skyscraper of the year and was short-listed in 2010 for the biannual International Highrise Award. The skyscraper has also received several national and international specialized awards for various aspects of development and building innovative solutions for building construction (Honor Award, Distinguished Building, AIA Chicago,

2010; Progg Award, 2009; PETA 2008 American Architecture Award). Special attention deserves the fact that Aqua is designed by a team led by Jeanne Gang, the building is the tallest in the world to have a woman as lead architect.

The result is a building composed of irregularly shaped concrete floor slabs which lend the facade an undulating, sculptural quality. Gang cites the striated limestone outcroppings that are a common topographic feature of the Great Lakes region as inspiration for these slabs. Architectural redefining of the natural Michigan landscape led to the emergence in 2009 of a new eminent tall building. Numerous balconies and terraces interspersed with arrays of large windows that give the tower visibility. These gaps associated with the water surface, similar to the outlines of the five major U.S. lakes Michigan, Ontario, Superior, Erie and Huron. But while those were conventional skyscrapers, Aqua is special. Offering stunning fluid design with the shape of the building borne through its unique wave-like balconies, Aqua's distinct exteriors are unlike any other [Chicago condos](#) in the city. The name 'Aqua' fits the nautical theme of the Lakeshore East development, and is derived from the wave-like forms of the balconies, it is in keeping with the nautical theme most of the buildings in the Lakeshore East development have: The Tides, The Shoreham, The Regatta, etc... The name also matches the blue-green tint of the windows. At its heart it is the standard glass box we've seen before. But protruding from its surface are undulating concrete balconies resembling ripples or waves. Much like each wave in the lake, each floor plate in Aqua is unique, thus construction is unusually complicated. And for homeowners, not all units are equal. While some people may have a balcony up to 12 feet wide (3,6 m), others will be measuring theirs with a ruler rather than a yardstick. At the same time the construction of the smallest balconies evoked the greatest difficulties. During construction, crews called the areas where the balconies fade away "burn zones." Balcony depths are calculated to optimize views beyond the building perimeter, and also to optimize sun shading within units according to where it is most needed. Balconies extend as much as 12 feet from the tower's perimeter, and are concentrated outside of living rooms so that bedroom windows have more open views. The facade is designed to prevent bird collisions, utilizing the irregular curves of the balconies along with special glass that is opaque to birds.

The balconies are cast with a 5,000 psi, air-entrained concrete and use epoxy-coated rebar. The slab's rectangular flying forms extend further outward from the cladding line

by more than the maximum 12 foot cantilever balcony. The unique curved slab edges are laid out using a computerized surveying system to locate the curved slab closure form angles on the slab forms. McHugh custom built the concrete forms for the balconies.

The balconies are cast monolithically with the floor slabs. This construction sequence allows the curving slabs to be placed at a rate of one floor every three days using standard formwork systems. The conventional reinforced concrete core employs a jump form system while the perimeter reinforced concrete columns and cross walls are constructed using a stick-built system. Concrete is pumped to the top of the structure via a Putzmeister pumping system.

The typical slab is 9 inches (30 cm) thick and the balconies slabs vary in thickness, thickest at the cladding line and thinnest at the tip of the balcony cantilever. After the shores are removed the exposed concrete balcony slabs are protected with a white elastomeric coating. Aqua is an amazing tower demonstrating how concrete can be creatively applied to achieve both outstanding architecture and a durable structure.

This building rests on 31 main rock caissons drilled 112 feet deep and six feet into a layer of dolomite. These are supplemented by 274 smaller bell caissons sunk into clay. The structure is supported by 305 drilled bell and rock caissons with diameters ranging from 4 to 10 feet and extending up to 112 feet below grade.

Aqua Tower has risen to a considerable even for Chicago height in the 261 meter and, as befits a modern skyscraper, is ready to offer the most diverse range of their intricate spaces. The building will contain 55,000 square feet (5,100 square meters) of retail and office space, in addition to 215 hotel rooms (floors 1–18), 476 rental residential units (floors 19–52), and 263 condominium units & Penthouses (floors 53–80) and 6 levels underground parking. Aqua will also be the first downtown building to combine condos, apartments and a hotel. Endless opportunities await you at The Shore Club in Aqua. With exclusive access to the Media Room with theater-style seating, the Spa and Fitness Center complete with cardio and strength-training equipment, a whirlpool, lap pool, steam and sauna, massage and more, you'll experience a new standard in luxury amenities and spectacular views. Towers podium is outstanding in the streets about the main building volume; in this active area are several conference rooms, free public spaces and a library. It is worth noting the interesting details: the hotel will have the ballroom area of 1858 square meters and the total balcony railing length is 11 265.4 meters.

340 on the Park was dedicated by the city as Chicago's first residential high rise building with Silver LEED certification. Sustainability was an important factor in Aqua's design.

Gang and her team refined the terrace extensions to maximize solar shading, and other sustainable features will include rainwater collection systems and energy-efficient lighting. The green roof on top of the tower base will be the largest in Chicago. In addition to its aesthetic value, the vegetation on the "fifth facade" also combats the heat island effect during hot summer months by lowering ambient temperatures around the building, and features a drainage system that collects water for its irrigation. Other park features include a children's playground floor area made out of recycled tires and re-circulating fountains.

Through floor-to-ceiling windows, experience sweeping views of Chicago and the skyline with incomparable views of Lake Michigan, Millennium Park, Navy Pier and more. And with your new home's striking finishes including hardwood floors and high-end fixtures, elegant and contemporary elements and environmental friendly materials. For instance hardwood is considered a rapidly renewable resource. Mosaic tiles – made from recycled glass. Floor and Wall tiles – that are specially treated to resist mold, mildew, dirt, and grease- thus drastically reduce the frequency of cleaning as well as the use of harsh chemical cleansers that affect indoor air quality. Hanstone Quartz countertops – 'Greenguard' certified material (low emitting). Hanstone is a non-porous material, inhibiting mold, mildew, and bacterial growth which are harmful to indoor air quality.

Aqua Tower residents have an additional advantage of being in close proximity to employment, cultural, recreational, educational, and public transportation options within walking distance. The development aids in reducing reliance on automobiles and fossil fuels. As a mixed-use structure, Aqua's entrances serve a variety of users and residents. Canopied walkways lead visitors to the building's main entrance while two grand public stairs bring pedestrians from Upper Columbus Drive down to a park at grade level, providing access to Chicago's downtown area and lakefront. The tower also links up with Chicago's extensive underground pedway system, connecting users and residents to restaurants, retail, cultural activities and jobs in the Loop and on the Magnificent Mile.

AQUA TOWER

Architect: Jeanne Gang, Jim Loewenberg, Studio Gang Architects and Loewenberg Architects
Chief Designer: James McHugh Construction Co
Real Estate Developer: Magellan Development
The main contractor: Case Foundation Geotechnical Consultant: Ground Engineering Consultants Inc.
Building Type: Skyscraper
Floors: 82
Height: 261 m

Functionality: hotel, housing
Hotel rooms: 334
Villa: 718
Apartments: 474
Condos: 264
Total area: 184,936 sq. m
Cost: \$ 475 million
Status: built

JEANNE GANG, DESIGN ARCHITECT, STUDIO GANG ARCHITECTS:

"Aqua was shaped by an organic design process. This building is highly sculptural and transforms as one moves further away. We achieved this by creating a series of contours defined by outdoor terraces that extend away from the face of the structure to capture views that would otherwise be unattainable. These terraces are further defined around the facades to produce a sculptural form that responds to site and use. Its three dimensional qualities result in an exciting new addition to Chicago's skyline."

"You couldn't have done all that variety ten years ago," she says of the undulating slabs. "Because our tools are connected to digital tools on the job site, they can lay out these different curves without too much trouble. It takes an unbelievable amount of human know-how and coordination to put a building together, and architects sometimes focus on technology so much that they fetishize it. I think it helps to embrace the messy side of the construction site and understand it more, as opposed to just hanging out in the studio focused on 3-D drawings."

"It's part of the construction idea of the building," she says. "It's not like I start out going, 'Here's my shape, how do I make it?' It's more like, 'How do I build it?' And then we developed the form in relation to the views around it and the environmental targets that needed to be achieved."

ASPECTS The Rhythm of Waltz

(p. 40)

MATERIALS PROVIDED BY ARCHITECTURAL COMPANY AEDAS

Nanjing, once the capital of six dynasties, is now one of the largest economic zones of China, the infamous Yangtze River Delta. Surrounded by the Yangtze River and mountains, Nanjing enjoys beautiful natural scenery and more than a thousand year of history. Today it is a major economic and cultural center of China and also an important transportation hub. In 2014 here will be held Summer Youth Olympic Games. The proposed 380 meter

tall sunning tower named Nanjing Hexi Olympic Plaza designed by architectural company Aedas is to be located in Olympic City, the CBD of Nanjing Hexi. The site is surrounded by the Nanjing International Convention Center and the Olympic Stadium and two towers that are currently under construction; the Jinao Tower and the Jindi Tower. After completion, it will redefine the skyline of Hexi CBD, transforming Hexi into the new city center of West Nanjing.

After a thorough analysis of CBD existing buildings, the design team of Aedas created a unique design to maximize the commercial value of the site. The proposed 380 meter tall Nanjing Hexi Olympic Plaza will consist of commercial, entertainment, residential, cultural and waterfront recreational area. The site is conveniently located by the intersection of Metro Line 1 and 2.

The most arresting characteristic is that it is conceptually not one structure, but an intertwining of two inspired by the traditional notion of 'yin' and 'yang' and the famous Rodin sculpture, 'The Kiss,' the architects created a pair of plaza that overlap and twist in concert as they rise. They are sensual, complimentary yet distinct, with contrasting skins of stone-and-glass and steel-and-glass respectively symbolizing 'feminine' and 'masculine' characteristics.

With its sophisticated curves, radii and layers, the building seems to transform itself with every change of perspective, with its surface accentuating the effect as it reacts to the play of natural and artificial light. Viewed from certain angles it brings to mind the side-slit of a 'qipao' dress, reminiscent an image of a dancing couple. The outward flare of the overlap also forms a natural entranceway into the podium, and creates an integral sunshade along its entire height.

As impressive as the view from Nanjing Hexi Olympic Plaza, the view toward the building will be the most transfixing for the viewers. Few architectural works can compare to its power of expression – as a symbol of Nanjing, China's storied culture and dynamic future, and of potential architecture itself.

The underground plaza attracts customers whom are conveniently brought in by the nearby metro station, maximizing the commercial value. Grand steps provide communicative and interactive space for people. The round-shape courtyard provides customers with open visual space. The curve skylight brings the dynamic changing of sunlight into the inner space. The Service apartments' twin towers provide good facing and ventilation. Panorama restaurant on

the top provide a 360 degree view of the whole Nanjing city.

The building consists of two main elements – the tower and podium. For The Tower, with its 380 meter tower height, the challenge is to make an economic and efficient structure and still maintain the sweeping architectural concept. This was achieved by having an inner skeleton (or frame work) that is very symmetric and very organized. The sweeping free form of the exterior facade is limited to a relatively small zone between the exterior facade columns and the interior row of super columns.

One of the primary elements of the tower is the core which is about 30 meters square at the base with exterior core wall thicknesses of over a meter at the base and reducing to the top. The interior walls of the core are about a half of meter thick and divide the core into nine sections. The 30 meter square core needs to be augmented by 3 super columns on each face of the core about 10 meters from the core. At the lowest zone (zone 1 and base) the super columns are titled out to create a larger base to resist over turning. At all other zones the super column goes up straight at a fixed location and decreases in a size as it goes to higher levels. The transition zone is in the mechanical and refuge levels.

Interconnecting the super columns to the core are 4 outrigger trusses per side core either 9 meters deep between zones 2,3, 4 and 7 meters between zones 1 and 2. The outrigger trusses are interconnected by a belt truss at the super columns. There are 4 zones of outrigger trusses required for a tower of 380 meters height. These outrigger and belt trusses are steel trusses whereas the core is primarily reinforced concrete. The super columns are composite construction consisting of concrete with composite steel inside.

The exterior faces of the tower are orthonormal in plan but twisting to create the striking form of the building. The interior columns skew up and down in a systematic manner that defines the exterior facade. The floors are framed in structural steel which is well suited to the varying dimensions between the line of super columns and exterior columns. Between the super columns and the core walls the dimensions and the framing are constant and facilitate the overall economy of the tower. The skewed or titled exterior columns support relatively little load gravity load and are therefore relatively small. These exterior columns are picked up at the outrigger truss levels and the load is transferred to super columns where they can be effectively used in overturning. In tall towers all columns must participate in the primary structure or incompatible distortions will occur. By transferring the exterior columns to the super columns this issue is resolved. The horizontal forces created by the exterior skewed columns are resisted by horizontal diaphragms at the typical level and by horizontal diaphragm trusses within the mechani-

cal and refuge floors at the levels where the exterior columns are picked up. The architectural design has a twisted form which although not simple to build has some structural advantages from a wind engineering perspective:

1. The twisting and tapering building shape: This design feature helps to improve the wind aerodynamic responses and thus reduce the wind loads for the design of structure.

2. The notches at the perimeter of the tower is an effective feature to reduce vortex shedding effects and further reduce the design wind loads.

3. Furthermore, although the floor plates are twisting, the major lateral load resisting structural systems such as core wall and super columns are remaining straight from bottom to the top of the building. This will ensure that the structural cost premium can be minimized.

Nanjing is a moderate earthquake area that can be resisted by a core and outrigger system. The wind speed for the area is 45 m/sec for a 100 year mean recurrence interval. This is a relatively moderate wind area and the core and outrigger system is very economic for this load criteria and tower height.

The Podium has a free form roof that is undulating in height. This can be accomplished by a grid of columns that varies in height to contour the desired roof shape the intent is to have a grid column of 9 meters by 9 meters and to remove columns where required to meet the architectural intent.

The commercial and retail zone is 7 levels above grade and can be flexible to the architectural design. With the typical column grid of 9 m by 9 m it is anticipated that these levels (excluding the roof) and the sub levels will be reinforced concrete beams and slabs. The roof of this commercial and retail podium will be steel to create the free form shaped desired with skylights integral into the roof structure. There is no cost premium anticipated.

The anticipated foundation for a tower structure is bore piles with a pile mat under the tower footprint. In the commercial and retail podium the bore piles will typically be located directly under the columns.

The proposal Nanjing Tower is a striking and challenging project. The twisting of the floor plate is what creates its striking appearance. The cost impact of twisting the floor plate on the structure is minimized by the substantially consistent core and super column geometry. Only the zone between the exterior columns and the super columns is varying and this is a relatively small percentage of each floor plate. Although this structural premium is not negligible it is relatively small in comparison with the cost of the core, super column and outrigger system that is required for a 380 meter tall tower.

The building architectural design concept features a twisting effect that somehow depicts the twisting force of nature. The architectural design is well thought out and the complex-

ity of the building geometry was achieved by applying an uncomplicated facade system. The facade system features a standard system of infill panel. To reveal a twisting effect, several inclined tubular features following the twisting figure of the building are introduced.

By the term infill, the curtain wall system is a unitized infill system which is manufactured per unit in the factory and shipped to site. Unlike a typical floor to floor unitized system where installation starts from lower floor going up and requiring the lower floors to be completely installed before proceeding to the next floor; the method of installation of an infill panel is an independent per floor panel installation, which means that the installation can start at any level. Thus, the work will be easier and faster and allowing more freedom of installation. With the inclined tubular features in front of the curtain wall system, it is not possible to install the panels coming from the outside of the building. However, this will not cause any problem of installation, as the infill panel requires the units to be installed from inside. In addition to that, it will be safer to install from the inside rather than coming from the outside.

Business Center within the circular atrium, offers shoppers a visual open space. Arc skylights and pebble-shaped multi-purpose hall, the atrium to create a wonderful, strange space. The effects of interplay natural light and shade are mystic and rich.

ECOLOGY King's Cross Ecological Rationality

(p. 46)

MATERIALS PROVIDED
BY ARCHITECTURAL FIRM
WILMOTTE & ASSOCIES SA

King's Cross presents one of the most exciting and significant development and regeneration opportunities within London, the UK and Europe. It is the largest site in single ownership to be masterplanned and developed in central London in over 150 years. The regeneration of the site is already well underway, with significant investment already made in both the transport infrastructure and public realm.

There are 23 new and refurbished office buildings totalling some 3.4 million sq ft (315,867sqm) NIA of Grade A, energy-efficient office space. Every office building will work hard to provide a healthy, flexible and stimulat-

ing environment for its occupants. The office buildings house net space ranging from 20,000 sq ft (1,858sqm) to 380,000 sq ft (35,300 sqm) with floor plates from 4,000 sq ft (370sqm) to 48,000 sq ft. (4,460 sqm). Equally, every building will play its own part in framing the public realm and bringing activity to the new streets and squares that surround it. The buildings are different shapes, different heights and different sizes, each bringing their own unique qualities to the development. All offices aim to meet BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) "Excellent" as a minimum.

These buildings are designed by a variety of architects. The project currently developed by Wilmotte & Associés SA will be a landmark for the whole King's Cross development and the largest building on Pancras Square. . The building comprises 49,000 sqm with offices and retail units at ground levels. Developed in thirteen levels, the building steps down towards the south creating two large terraces profiting of views of London and released for amenity use. The building is essentially energy efficient and passive features are part of the design. The concept of the building is based on a central atrium flanked by two cores. The floorplate for the office spaces are extremely efficient and flexible allowing for a varied combination of possible partitioning.

Building B1 is one of six buildings forming Development Zone B in the southern area of the KXC site. This Zone, and therefore Building B1, is in close proximity to the two Grade I listed stations, King's Cross and St Pancras, as well as sitting within the wider context of the Grade II listed structures of the German Gym and the retained Stanley Building South.

Zone B is defined by several key public spaces and thoroughfares. There will be a strong pedestrian movement through the zone from north to south, with people migrating from the city and the stations to their homes and places of work in the north of the site. The zone is identified by the central Pancras Square, around which the six buildings sit. It also forms an alternative pedestrian route to and from the north but is in essence a quieter piazza. To the west of Zone B, the existing Pancras Road defines the eastern edge of both the zone and the wider KXC development. Pancras Road is a busy north-south vehicular route alongside the newly extended St Pancras Station which connects King's cross and the Euston Road with Camden.

Development in Zone B will be predominantly commercial office buildings, as identified in the Outline Planning Permission. The retail and restaurant units will animate the ground floor levels of Pancras Square and TFL Bicycle Storage will provide active frontages bringing vitality to the adjacent public realm. Furthermore a leisure centre within the basement of B3.

Within the Outline Planning Permission, Plot B1 represents a rectangular shaped plot of 43 m by 92 m located between Plots B3 and E2 on the western edge of Development Zone B. The building is immediately bound by four distinct areas of public realm, namely Pancras Road, Pancras Square and two secondary streets to the north and south.

The building will total 49,99 sqm (GEA), spread over 13 storeys, comprising of retail space and restaurant use at ground level and office use above. All of B1's servicing and waste/refuse functions will sit within the footprint of the building within the Zone B basement, which forms part of a separate, concurrent Reserved Matters submission.

The building configuration, with the stairs and services located at either end of the central atrium forms a very effective plan at ground floor level by providing a zone for active uses around the edge of the building. Three commercial units are indicated on the submitted plans, although these could be sub-divided or merged depending on occupier demand. The entrance to the building to the west is emphasized by the breaking of the mass and the introduction of a central portal frame with deep reveals. The base of the building is formed by a gun metal cornice that wraps around the entrance. The entrance is contained within the portal frame that pronounces the threshold to the building.

The entrance hall and reception lobby is placed centrally on the long west elevation of the building, aligned with the east entrance to Pancras Square. These two entrances meet in the central atrium at level +21,00 AOD. The 13.5 m wide office space on levels 1 to 8 has been organized around the central atrium which is flanked by the two cores containing the principal vertical circulation, lifts, fire escape staircases and toilet facilities. The Building general arrangement shows it is both robust and adaptable and delivers a highly efficient layout. Largely column free, the continuous office floor plates and generous floor to ceiling heights will ensure good light penetration into the depth of the building and will provide a flexible area capable of subdivision into a number of separate tenancies.

The philosophy associated with B1 has been to create a building that reflects and interprets the distinct character of the site in a contemporary and robust manner. This has permeated our thinking on the building design down to the smallest details. The primary building material is steel, creating a solid framework into which a clay inner layer is inserted. A weaving of these two materials displays a robust, confident approach to the facade which embeds itself into the street scene and reflects the solidity of the nearby railway stations.

The metal panel for the crown formed by the top floors contrasts with the clay of the main facade both in finish and colour, accentuating the

way the elevation changes as it goes up the building. By using a U-shaped pier, the facade takes a duality of depth and textures depending on where the building is viewed from. The metallic profiles frame the different modules of the facades, supporting them, revealing the depth of the modules contrasting with the glazed fractures. At the top of the building, the frames form some cornices. At a secondary level, the reveal of the vertical fins serves a practical purpose by providing solar shading.

The top of building B1 has been modeled in response to the adjacent plots and to orientate the building in longer views, locking it into its context. At 7th floor the building steps back forming a balcony of 2m wide and at 8th floor, the building envelope steps back by 20m on the south side to create a terrace with views out over the top of E1, as shown in Figure 10. Trees and low level planting will provide visual interest both to the terrace and within the longer townscape views. Access to the terrace is via the 8th floor office and benches will be incorporated into the design of the planters to enable workers to enjoy the space. On the 11th floor, the building envelope steps back again 15m forming two terraces flanking the roof of the central atrium. Although the north core is retained, the offices at 11th and 10th floors share the level with an area of technical plant to the north of the building.

The terraces will be separated into a number of different areas allowing planting and landscaping which vary in character according to their orientation and aspect and a brown roof on top of the 11th floor will also be included to promote a biodiversity. The terraces will benefit from evening sun as well as profiting from views over the city and Pancras Square below. Interspersed within the quieter spaces, bat and bird boxes and potentially bee hives will be placed to encourage a rich habitat and promote insect and animal life.

This forms a shoulder height that is shared with Building B6 to the north. It forms a rich and modeled silhouette to the sky line adding interest to the top of the building as well as providing solar shading to the offices behind and allowing sunlight to penetrate onto the street. Metalwork screens will be used both to conceal the plantroom and provide solar shading to exposed offices on the same level, thereby providing a consistent treatment around the 9th floor perimeter.

At ground level, on the east elevation, the building is a two storey composition, with ground floor commercial units and first level offices framed by metal portal frame. The flexibility of this two storey treatment is able to accommodate a variety of uses and respond to the differing characters of the surrounding public realm.

Building B1 will be an important component of the new mixed-use regeneration development located in the southern area of the KXC site and will help deliver a successful master plan.

The design team has worked together with other consultants and landscape architects to develop the urban realm as well as massing of the building. It is designers aim to make a contribution to the new development and to the specific character of the southern part of the scheme.

Presented proposal demonstrates an integrated and comprehensive approach to sustainability and low energy design, with all elements of the building 'working hard' to ensure that the building maximizes the opportunities available, and a high quality environment is delivered and maintained. The proposal articulates the firmly held belief by the client and the design team that this building should form an exemplar of sustainable development and working environment standards generally.

The B1 building design employs a highly efficient building envelope and systems, and aims to achieve BREEAM 'excellent' rate. In this way the design of Building B1 will harmonize positively with neighboring structures – new and old – and will contribute to a consistent overall development. In this sense, B1 Building aims to be one of the most prominent buildings on the King's Cross Central development site, and will create a significant first impression and a positive contribution to its urban context through architecture of the highest quality.

OBJECT The Index of Comfort and Style (p. 50)

**MATERIALS PROVIDED
BY ARCHITECTURAL FIRM
FOSTER+PARTNERS, NIGEL YOUNG,
PHOTO/FOSTER+PARTNERS**

The skyscrapers capital – Dubai gained another landmark building. According to the Council for building construction and urban habitat (CTBUH), the best skyscraper in the Middle East and Africa acknowledged Tower The Index, was erected here on the draft British architectural firm Foster+Partners. Awards Juror Werner Sobek noted that “the Index presents a new environmental icon for the Middle East, showcasing important passive strategies of orientation, core placement and shading.”

Foster+Partners company successfully works in the architectural market, designing buildings around the world. According to the company's founder

Lord Norman Foster “Architecture is generated by the needs of people. It has much to do with optimism, joy and reassurance”. Award-winning architects Foster+Partners, whose dedication to the art and science of architecture has created yet another iconic structure. The Index building exemplifies this impressive lineage.

Dubai is the second largest of seven Emirates, making up the United Arab Emirates. Situated at a southern aspect of the Arabian Gulf, where the desert has been developed to reveal a vibrant metropolis, it is positioned to be one of the most significant international cities of the world. The city provides world-class telecommunications plus a superb infrastructure with an enviable array of social services. Destined to become a regional landmark, The Index will allow a particular adaptability that is unusual for those confined to the cloistered surroundings that are often incorporated within traditional skyscrapers.

The best architecture comes from a synthesis of all the elements that separately comprise a building: the structure that holds it up; the services that allow it to work; the ecology of the building, whether it is naturally ventilated, the quality of light; the materials used, their mass or their lightness; the character of the spaces, the symbolism of the form; the relationship of the skyline and the way in which the building signals its presence in the city or in the countryside, said Norman Foster. Foster+Partners utilizes this philosophy to create space, within a restrained technological applicability. Their objectives are guided not only toward overall form and function, but also for the wellbeing of the corporate and residential customers of Dubai.

The 80–storey, 328–metre-high Index tower is located on a prominent corner site within the Dubai International Finance Centre. The centre was designed by Eric Kuhne. Dubai International Financial Centre (DIFC) is situated along the city's main highway Sheikh Zayed Road, approximately twenty minutes drive from Dubai International Airport. A financial free zone, DIFC aims to be the universally recognized regional hub for capital and investment. It will attract the most prominent financial and investment houses of the world.

The Index is orientated East to West to maximize views over the Finance Centre and to the coastline and desert beyond. A long but narrow profile houses the mixed residential-overoffice functions of this tower within a coherent but well articulated form. Dubai is considered as one of the hottest cities in the world, even compared to Abu Dhabi. Therefore, when designing a skyscraper, much attention was paid to the heat-insulating properties. Its orientation on the site also reduces solar gain, as the building's core mass absorbs heat and reduces its reliance on mechanical ventilation. It is designed to minimize adverse climatic effects on the building. It is

orientated so that the East and West cores shelter the floor plates from the intense heat of the sun in this region. The east and west sides are designed to be narrow in order to keep the low sun from penetrating the interior. Sun shades are used on the South facade to minimize the effect of solar gain. A system of sunshades shelters the interiors on the exposed south elevation. It is covered in shade-providing overhangs that run the entire length of the façade, blocking any direct sunlight. The shallow profile and columnless interior allows the office spaces to still receive natural light throughout. The ceilings rise at the windows to allow the upper glazing's illumination to penetrate further into the interior. The energy needed to keep all of those occupants cooled has been greatly reduced by careful planning – starting from orientation. Cladding also provides protection from adverse climatic impacts.

The distinctive form is generated by a desire to reveal the structural system and internal organization of the tower. The upper-level block of apartments are supported by four attenuated A-frame 'fins' at 27 m centres, which are buttressed at each end elevation. Twenty-five levels of column-free office accommodation are held within from these fins, separated from the residential levels by a glazed sky-lobby.

Each office floor plate is comprised of three 27 m x 27 m column free bays. These long span structures allow maximum flexibility for space planning. It is suitable for large international financial corporations and can also be subdivided for multiple tenancies. The building is strategically designed to accentuate the metropolitan view of Dubai International Finance Centre on the North side and the Dubai cityscape on the South.

The mixed-use components of tower are clearly defined, and combine 520 luxury apartments with 25 floors of office space. The design features a fully glazed double height sky lobby in between the offices and apartments, occupying an entire level of the building. This accommodates spaces for recreational activities such as a swimming pool, a managed gymnasium, bars and restaurants, emphasizing views towards the city and coast. At the very bottom of the building, close to the ground are shops. So here one can comfortably live, work, shop and be entertained.

The shaded entrance is surrounded by a large water feature that cools the lobby and grounds, which sit directly beneath the bulk of the tower, suspended above the ground by its massive a-frame columns.

One Central Park sits on a generously landscaped plinth level – with sculpted pools of water and underground car park – and is entered through a dramatic quadruple-height foyer. The main lift cores, which serve the office floors, are located to the east and west extremities of the tower. A small central lift core, serving 40 levels of apartments,

rises to a double-height sky lobby above the office levels and provides accesses to a variety of facilities for residents including a reception, lounge, restaurant, and fitness centre with a swimming pool. A local lift core then transports residents to their individual apartments. The tower is crowned with 12 luxurious duplex and triplex penthouse apartments with spectacular views over Dubai. There 16 passenger lifts for offices , 4 high speed residential passenger shuttle lifts , 4 residential local passenger lifts, 2 office goods lifts servicing office floors and 1 goods lift servicing all floor.

The landscape concept at podium level aims to provide an integrated layout comprising formal boulevards and open spaces as public and pedestrian links to the DIFC Master Plan. Expansive, elegant pools of water at entrance level, together with planting and shaded areas are adopted to create a comfortable and calming environment. Integrated into the landscaping will be areas providing high quality restaurants, bars and cafes to be used by both offices and residents during and after office hours.

Gerard Evenden, a design director at Foster+Partners, commented: “Our design for The Index had to fulfill many different needs: it had to be a great place to work, a great place to live, a landmark for the financial district and, perhaps most significantly, a sustainable high rise building that, despite Dubai's hot climate, would consume less energy than a conventional tower. I'm delighted that the resulting building has been recognized by our peers with this important award.”

THE INDEX (ONE CENTRAL PARK)
Location: Dubai, UAE
Client: Union Properties
Architects: Foster+Partners in collaboration with Khatib & Alami (After completion of the contract with Woods Bagot)
General Contractor: Edara Confluence
Consultant costs: Currie & Brown
Design engineers: Halvorson and Partners (After completion of the contract with BG & E)
Engineering: Roger Preston & Partners (After completion of the contract with WSP)
Construction: 2005–2010
Building height: 328 m
Number of floors: 80
Site area : 20,000 sq. m
Total space:
Offices: 75,908 sq. m
Housing: 94 492 sq. m
NIA:
Offices: 57,625 sq. m
Housing: 78 719 sq. m
Retail: 5985 square meters
Apartments: 520 apartments of which:
• 264 one-bedroom
• 208 two-bedroom
• 36 three-bedroom
• 12 penthouses
Number of offices: 1665
• 191 room for visitors
Parking for 2442 parking spaces

STYLE The Mirror of Time

(p. 64)
**MATERIALS ARE PROVIDED BY
NIKKEN SEKKEI**

The third most populous city of Japan (more than 2 million 660 thousand people) – Osaka, located in the southern part of Honshu, near mouth of the Yodo River in the Osaka Bay has a long history. Despite the fact that it has received city status in 1956, the town came here not later than the IV century. It was known as Naniwa, and until Nara Period (710–794), the time when every new Emperor always moved the residence to his native place; the town used to be the very first capital of the country.

Osaka is the historical and commercial capital of Japan, and nowadays – one of its main industrial centers and major ports. That's why it is not surprising that a famous in Japan local chain of stores – Hankyu Department Store – in 1929 occupied the newly completed building near the railway Hankyu Umeda Station to open here its flagship store. The construction now widely known as Umeda Hankyu Building preserved its original form until the beginning of new century, and then the network owners have decided to reconstruct and expand to better respond to social needs and visitors service.

At the same time were stipulated that the store will continue its work despite the complete renewal of entire building. The reconstruction project was designed by Yasunori Shioi from the Nikken Sekkei.

Hankyu Building is a complex of two buildings, which in turn consist of several buildings erected at different times on the same site. One of them – is the store, and the second one, built in 1977, is the 127-meter 32-storey tower called Hankyu Grand Building. This tower is a relatively new and does not need reconstruction.

The Department Store is planned to wholly demolish and construct a new building. Dividing this Department Store into north and south parts, the south part was first demolished and reconstructed. The demolition of north part started in 2006 and on February 2, 2007 there were started reconstruction works. The floor area of the Department Store has decreased to approximately half during this period; however, the owners chose to stick to the current location to continue working, prioritizing the convenience for their customers. To supplement the decreased area for stores, temporary premises were placed at the north

part of the Department Store. After the completion new construction of south part, stores have moved from north to south and started their operation in the new building. Now the demolition is almost finished and the new construction has already started.

On a separate phase of reconstruction in the southern part was built 41-storey tower Umeda Hankyu Building, where several podium floors are given to the store. Higher in the tower, will house offices of various companies. In addition, the building has a panoramic Sky Lobby, serving as a viewing platform and multi-purpose hall. Floor area ratio of “Umeda Hankyu Building” has almost doubled from 1,000 to 1,800% as it has been designated to Urban Renewal Special District.

In the new Umeda Hankyu Building is planned to install ten elevators (five – going from the first floor of the thirteenth, and five more will lift passengers and cargo from the thirteenth to the forty-first floor). Moreover, they are going to be the biggest lifts in the world. Each elevator measures 11.2x9.2 feet, having a height of 8.5 feet high (3.4 m wide, 2.8 m long and 2.6 m high). The company claims that each one of its new elevators is able to carry a cargo weighting up to 11,500 pounds (5,250 kilograms). All in all there are 5 elevators that, if we do a little math, can carry simultaneously 400 people or 57,000 pounds (26,250 kilograms). At the same time, while traveling up passengers can enjoy spectacular views of Osaka: because one of its walls made of transparent bulletproof glass. The completion of overall building is scheduled in 2012.

Facade holding one-century-history creates a beautiful mosaic in which design elements of each era are engraved in an exquisite balance. It also produces illuminating light shining the night and creates the identity of Hankyu.

Assuming the reflection of the city of present Osaka Umeda nowadays; on the other hand, facade with no sense of unity in a way is nostalgic and is expressing the flow of time.

Hankyu Building is indeed “the mirror of time”.

The decor of the facades contains vertical, horizontal, and artwork design elements. Advertisement Tower and Hanging Advertisement Board are dividing wall surface. Then the facade looks as if it has got an additional well-proportioned tower – advertising. Vertical Advertisement Board is very impressive and significant design element, which reduces the feeling of oppression and providing the sense of ascent.

Horizontal canopy are creating free and comfortable expression and shadow on the wall surface and giving the sense of depth. Punched windows compose definite groove on wall surface. Arches expressing elegant rhythm and circular windows work as a strain element.

Podium arches and typical for Japan Mannari Stone lining are creating stately and composed expression.

At the middle tiled wall surface in light yellow canopy, and punched window create a friendly expression. Located at the top part oblong circular windows for lighting create a brilliant and light expression. Stately surface wall of Mannari Stone and soft arched opening on that surface make beautiful and contractive structure. Great harmony with trees is intentionally created.

Large Hall designed by Chuta Ito is located at the end of arched opening of Main Entrance. Vertically continuous circular windows at soft east corner are delightful eye-catchings dividing wall surface.

UMEDA HANKYU BUILDING

Owner: Hankyu Corporation
Designer: Nikken Sekkei Ltd., Architect Yasunori Shioi
Location: 08.07 Kakuda-cho, Kita-ku, Osaka, Osaka Prefecture, Japan
Area: 465.64 square meters
Building Area: 15,300 sq. m
Total floor area: 330 000 sq. m
Functionality: department store, offices and other (cultural institution)
Structures: Steel/Reinforced Concrete/
Floors: 41 ground, 3 underground
Building height: 186.95 m
Parking: 718 cars
Construction period: 2007–2012

PERSPECTIVES

Royal Germ

(p. 70)
MATERIALS PROVIDED BY ARCHITECTURAL FIRM ADRIAN SMITH+GORDON GILL ARCHITECTURE

Smith+Gordon Gill Architecture is pleased to announce that it is designing Kingdom Tower, to be the world's tallest building, in Jeddah, Saudi Arabia, near the Red Sea. At over 1,000 meters (3,280 feet) and a total construction area of 530,000 square meters (5.7 million square feet), Kingdom Tower will be the centerpiece and first construction phase of the Kingdom City development on a 5.3 million-square-meter site in north Jeddah. The tower's height will be at least 173 meters (568 feet) taller than the world's current tallest building, Dubai's 828-meter-tall Burj Khalifa, which was designed by Adrian Smith while at Skidmore, Owings & Merrill (1980 - 2003).

Design development of the tower is under way, with construction to begin imminently. Foundation drawings are

complete and the piling for the tower is currently being tendered. Kingdom Tower will cost approximately \$1.2 billion to construct, while the cost of the entire Kingdom City project is anticipated to be \$20 billion. Kingdom Tower will feature a Four Seasons Hotel, Four Seasons serviced apartments, Class A office space, luxury condominiums and the world's highest observatory.

The project was announced by His Royal Highness Prince Al Waleed Bin Talal Bin Abdulaziz Alsaud, nephew of Saudi Arabia's King Abdullah and chairman of Kingdom Holding Company, which is a partner in Jeddah Economic Company along with prominent Jeddah businessmen Samaual Bakhsh and Abdulrahman Hassan Sharbatly and Saudi Binladin Group (SBG). SBG is also the contractor for Kingdom Tower.

"Prince Alwaleed, Mr. Bakhsh, Mr. Sharbatly and I were impressed by the boldness and simplicity of the AS+GG design," said Talal Al Maiman, Executive Director, Development and Domestic Investments, a Board member of Kingdom Holding Company and a board member of JEC. "Kingdom Tower's height is remarkable, obviously, but the building's iconic status will not depend solely on that aspect. Its form is brilliantly sculpted, making it quite simply one of the most beautiful buildings in the world of any height."

In addition to its status as an architectural landmark and economic symbol, Kingdom Tower will enjoy great cultural significance. "We envision Kingdom Tower as an iconic new marker of Jeddah's historic importance as the traditional gateway to the holy city of Mecca," Al Maiman said. He noted that the southeast leg of Kingdom Tower's tripod base is on a direct line with the Ka'ba in Mecca, Islam's holiest site.

"We're thrilled to be working with His Highness and Jeddah Economic Company to help define this path for the Kingdom" commented Gordon Gill. AS+GG's design for Kingdom Tower is both highly technological and distinctly organic. The sleek, streamlined form of the tower was inspired by the folded fronds of young desert plant growth, Gordon Gill added. "The way the fronds sprout upward from the ground as a single form, then start separating from each other at the top, is an analogy of new growth fused with technology," he said. While the design is contextual to Saudi Arabia, it also represents an evolution and a refinement of an architectural continuum of skyscraper design.

"With its slender, subtly asymmetrical massing, the tower evokes a bundle of leaves shooting up from the ground-a burst of new life that heralds more growth all around it," Smith said. "The way the fronds sprout upward from the ground as a single form, then start separating from each other at the top, is an analogy of new growth fused with technology," he said.

The three-petal footprint is ideal for residential units, and the taper-

ing wings produce an aerodynamic shape that helps reduce structural loading due to wind vortex shedding. The Kingdom Tower design embraces its architectural pedigree, taking full advantage of the proven design strategies and technological strategies of its lineage, refining and advancing them to achieve new heights. The result is an elegant, cost-efficient and highly constructible design that is at once grounded in built tradition and aggressively forward-looking, taking advantage of new and innovative thinking about technology, building materials, life-cycle considerations and energy conservation. For example, the project will feature a high-performance exterior wall system that will minimize energy consumption by reducing thermal loads. The high-performance exterior wall will significantly reduce energy consumption compared with a standard exterior wall system. However there are three variations according to the floor: exterior wall system for occupied floors, exterior wall system for mechanical floors and exterior wall system for unoccupied floors.

In addition, each of Kingdom Tower's three sides features a series of notches that create pockets of shadow that shield areas of the building from the sun and provide outdoor terraces with stunning views of Jeddah and the Red Sea.

The core of the building is central to the three wings. It's laid out in a very efficient way to minimize use of floor space, extent of mechanical elements and maximize travel efficiency for uses and visitors.

The tower will have three basement levels and one concourse level, located directly below the main lobby, from where one can get into the adjoining shopping mall and to observatory.

When erecting the tower of such height the main challenges are the aerodynamic characteristics of the building. From the competition stages, the designers have been running studies about how the structure will react to the wind. "Though our experience with designing supertall buildings, AS+GG experts learned how important the change in profile of the tower is to its reaction to wind. The tower's form is tapered and its three legs terminate at different heights, which significantly reduce the vortex shedding effect. Wind tunnel studies have been completed to date and the tower is behaving extremely well in relation to the wind. This is a very significant finding given that otherwise, very expensive measures (such as the installation of a heavy damper, which we don't think Kingdom Tower will need) would be needed to reduce wind impact". – said Adrian Smith.

The great height of Kingdom Tower necessitates one of the world's most sophisticated elevator systems. The Kingdom Tower complex will contain 59 elevators, including 54 single-deck and five double-deck elevators, along with 12 escalators. Elevators serving the observatory will travel at a rate of

10 meters per second in both directions. To the very top there will be just one transfer at a sky lobby. Typically either there is no transfer (for the lower part the tower) or just one transfer at the sky lobby. Observatory visitors, for instance, will go straight to the observatory floor. "We are currently challenging elevator companies to get to the market a triple-deck elevator to be used in Kingdom Tower." – said Gordon Gill.

The company AS+GG is constantly looking and open to new technologies and materials. The building overall design shows that they are not attached to any traditional form or fashion. Another unique feature of the design is a sky terrace, roughly 30 meters (98 feet) in diameter, at level 157. It is an outdoor amenity space intended for use by the penthouse floor.

Modern high-rise building much less such a level is unimaginable without the use of energy and environmental conservation technologies. For instance there are condensate water collection (from mechanical equipment), highly recyclable contents in materials, high-performance exterior walls, allowing to maintain a comfortable temperature indoors without high-capacity conditioning.

The high-performance exterior wall will significantly reduce energy consumption compared with a standard exterior wall system. Collection of condensate water from MEP systems will provide water for irrigation. The balconies on the facade, apart from providing a feature for the units, significantly reduce heat gain on the exterior wall. There also will be a storm water collection system.

There will be provided window-washing systems installed typically at mechanical levels that will go out of the mechanical floor, around the facade and then in again. So there is no exposed equipment other than when it is working.

"Our vision for Kingdom Tower is one that represents the new spirit of Saudi Arabia," said Smith, whose experience in supertall tower design at SOM also includes Jin Mao Tower in Shanghai, Nanjing Greenland Financial Center in Nanjing, China, the Trump International Hotel & Tower in Chicago and Pearl River Tower, now in the late stages of construction in Guangzhou, China. "This tower symbolizes the Kingdom as an important global business and cultural leader, and demonstrates the strength and creative vision of its people. It represents new growth and high-performance technology fused into one powerful iconic form".

AS+GG also designed the master plan for the 23-hectare Kingdom Tower Waterfront District, which surrounds the tower and which will include residential and commercial buildings, a shopping mall, high-quality outdoor spaces and other amenities. The Waterfront District provides a cohesive and pedestrian-friendly setting for Kingdom Tower

while creating a pleasant neighborhood experience along the Kingdom City lakefront.

The district encompasses a high-end shopping mall designed by AS+GG, plus additional development parcels that accommodate commercial and high-density residential uses, offices, two luxury hotels and high-quality open spaces, including the central Tower Plaza. A serene waterfront promenade connects Kingdom Tower, the various development parcels, the open space areas and the mall together. The result is an exciting mixed-use area that offers a concentrated and comprehensive experience including vibrant shopping, entertainment and open-space amenities. The Waterfront District also provides an array of connections to other areas within Kingdom City's overall master plan, designed by HOK Architects. The Kingdom Tower design embraces its architectural pedigree, taking full advantage of the proven design strategies and technological strategies of its lineage, refining and advancing them to achieve new heights.

About Adrian Smith+Gordon Gill Architecture

Adrian Smith+Gordon Gill Architecture is dedicated to the design of high-performance architecture in a wide range of typology and scale, from low- and mid-rise residential, commercial and cultural buildings to mixed-use supertall towers and new cities. The office uses a holistic, integrated design approach that explores symbiotic relationships with the natural environment. AS+GG is currently working on projects for clients in the United Arab Emirates, Saudi Arabia, China, India, South Korea, Malaysia, Canada and the United States. The partnership was founded in 2006 by Adrian Smith, Gordon Gill and Robert Forest. AS+GG is leading an interdisciplinary design team that also includes building services engineering consultants Environmental Systems Design, Inc. (ESD) and structural engineering consultants Thornton Tomasetti. The developer of Kingdom City, Jeddah Economic Company (JEC), selected the AS+GG scheme after a lengthy competition process in which SOM, Pickard Chilton, Kohn Pedersen Fox, Pelli Clarke Pelli and Foster+Partners also participated.

UP TO DATE

An Innovative Process for Tall Building Form Generation

(p. 76)

TEXT BY SANG MIN PARK, PH.D. IN ARCHITECTURE, PROFESSOR/ARCHITECT/CONSULTANT FOR TALL BUILDING DEVELOPMENT YEUNGNAM UNIVERSITY, SCHOOL OF ARCHITECTURE

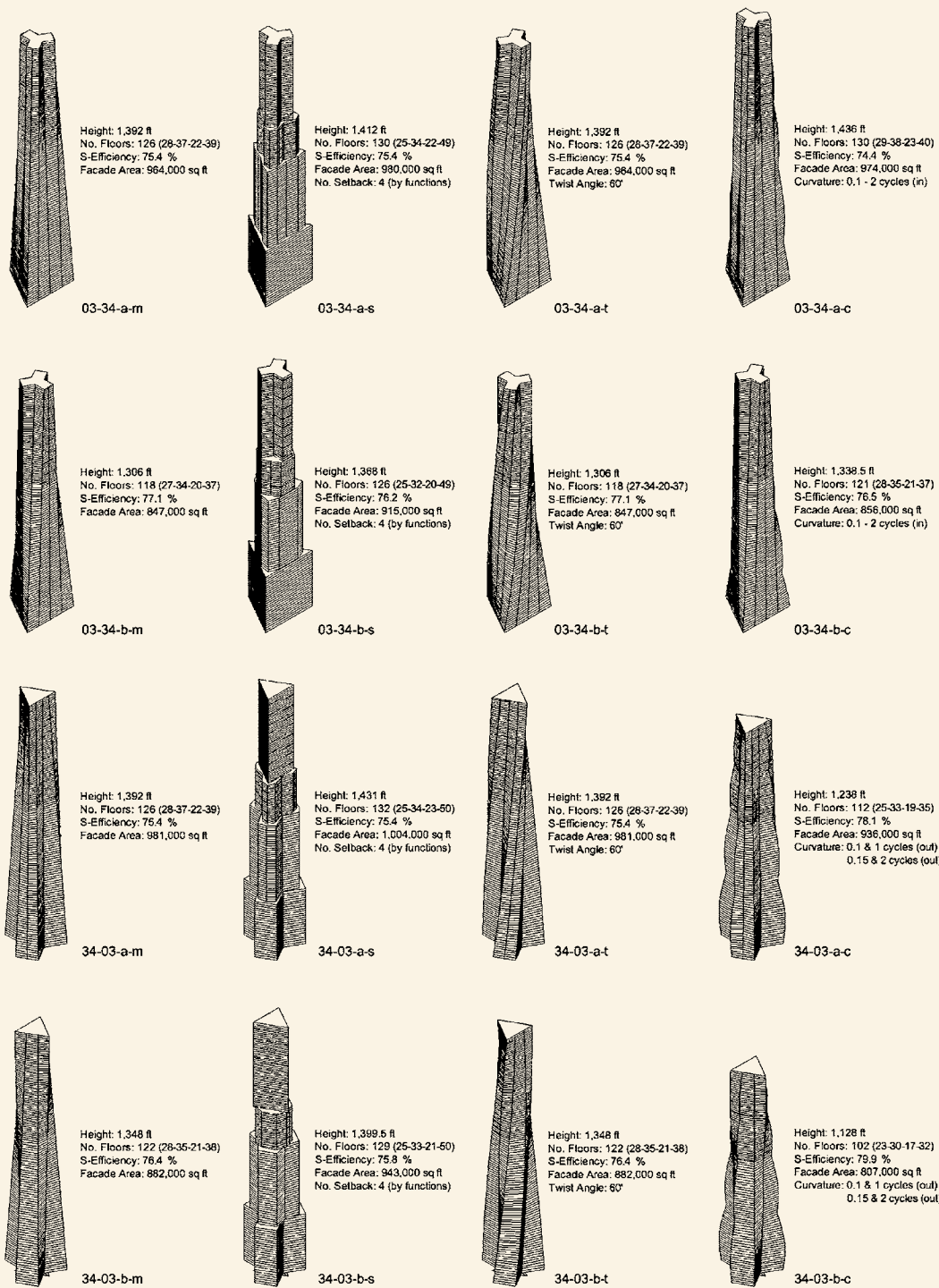


Fig. 4 03-34 & 34-03 Forms

ABSTRACT

This paper proposes a series of methods to develop concepts and options of tall building form to the architect and engineer when designing geometrically complex buildings during the schematic design phase. The proposed design process and the developed digital tools become an integral part of the design team approach for tall building design. It will establish not only the overall geometrical forms but also the specific building data for design evaluation and production of three-dimensional models. To investigate how the proposed design process and tools can be executed with any combinations of geometries and any vertical transformations,

four form groups, 304 building forms, are generated and demonstrated. Each combination has four variations, and each variation has four forms; morph, setback, twist, and curvilinear. Ten forms are selected from the generated variations for case studies. Explored potential tall building forms will be evaluated in more detail according to architectural and structural design criteria with the selected cases.

The intention of the paper on this topic is to inspire more interest in developing an innovative approach to the design of tall building forms through the integration of architecture and digital technology.

The focus of this paper is to suggest the generative forms and digital

methods as applicable to architecture by means of architectural evaluations and efficient process in designing tall buildings. The suggested forms and the digital design methods presented in this paper will be of great interest in the tall building design field.

INTRODUCTION

This paper discusses the generative concepts of a tall building form and innovative design process using digital tools that are based on a parametric design approach. In tall building design, geometry plays a critical role in the generation of building form and structure. This paper explores potential geometries and new concepts of vertical transformation to create an overall

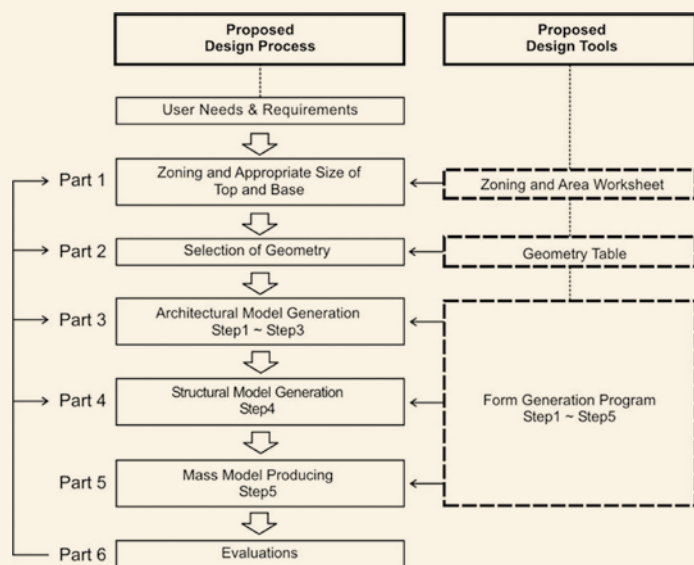


Fig. 2. Proposed Design Process and Tools

spatial form using non- conventional concepts. This investigation covers the development of a series of starting and ending floor plate shapes for a set of floors. Procedures are developed to transform that starting floor plate shape to the ending shape. Operations such as rotation, scaling, and morphing are demonstrated for a variety of basic shapes. Embedded in the generative process are architectural and structural criteria that limit the resulting form of the building.

Explored potential geometries and vertical transformations of tall building forms are evaluated by architectural and structural design criteria. A tall building form and structural system are a synthesis of the design considerations combined with user needs and requirements. Design criteria related to planning considerations are building function, lease span, floor-to floor height and core planning. These considerations are the controlling design parameters that are interdependent on how they affect the overall building form. The evaluated geometries could contribute new concepts to tall building design.

Parametric design consists of a set of variables and a series of relations to define a form. The overall form can be manipulated by altering specific parameters that are able to automatically adjust total gross area, total building height, and aspect ratio. To develop such procedures, AutoCAD's AutoLISP programming language can be used because of its standard format of manipulation and interfacing among CADD programs and visualizing formats. Three-dimensional generated building forms can be constructed as three-dimensional surfaces for rendering and three-dimensional meshes for structural analysis. To check building properties, a spreadsheet can be generated in the Microsoft Excel format. To physically compare alternative forms, laser-cut study models can be made. In the schematic design phase, parametric design can generate a series of designs quickly, which consider a series of architectural and structural design criteria.

This paper will propose a series of concepts and options of tall building form to the architect and engineer who design a geometrically complex build-

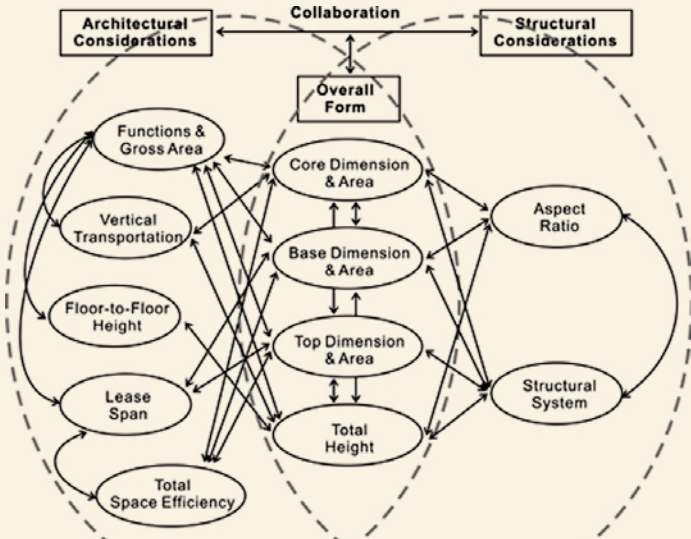


Fig.1. The Interrelations of Large Number of Design Considerations

ing during the schematic design phase. The proposed design process and the developed digital tools should become an important part of the design team with a clear scheme of the tall building. It will establish not only the overall geometrical forms but also the specific building data with their 3D models. In addition, this paper will demonstrate a better approach to generative and innovative tall building form development based on rational idea.

PROPOSED DESIGN PROCESS

Development of tall building can be determined by design factors; these factors have several parameters of architectural and structural considerations. Items related to architectural considerations are building functions, lease span, floor-to floor height, core planning, and vertical transportation. Structural systems, mechanical systems, cladding systems and building serviceability are considered as building systems in tall building design. These considerations are interdependent and they affect many other factors that must be considered when developing a project. Architecturally

and structurally, it is a very complex task to develop an optimal tall building due to these interrelations of large number of design considerations (see Figure 1).

In schematic design phase, 3D modeling is very important tool to evaluate the characteristics of a building. From geometry modeling to system modeling and behavior modeling, these modeling have become increasingly mainstream in recent architectural practice. The geometry modeling is most commonly used in visualization purpose. As more sophisticated application for rendering emerges, architects are accustomed to looking at buildings geometry in digital perspective that is complete with the chosen materials, lighting systems and day lighting effects, surrounding building and environment. This feature is used as a study tool, as well as, a marketing and communication tool.

In the conventional practice of tall building design process, generally, schematic design starts with designer's conceptual sketches. With the conceptual sketch, many architects start to plan core, floors, and elevations, in the format of 2D and 3D drawings. However, the conventional process of tall building design requires much time and labor to develop a single alternative because of the following:

- Large number of design considerations and their complex interrelationships
- Difficult of manipulations by changing of each design consideration
- Limitations of designer's ideal concept

When the building form is not a basic geometric form, it is much harder to plan and draw the scheme with conventional design process. The proposed design process is parametric design methods. Consequently, in the schematic design phase, the innovative design process using digital tools should satisfy the following:

- Various geometries and overall forms can be generated.

•Architectural and structural 3D models should be generated.

•These 3D models should contain sufficient architectural and structural design considerations.

•It should be easy to manipulate a scheme by the changing of any design consideration.

•Structural input files should be created for structural analysis program.

•Mass model should be made for visualization.

There are six major parts in proposed design process. Every part plays a critical role and is executed in a sequential order to achieve a tall building form. These parts are the following:

Part 1. Zoning and Area Calculation (Using Area and Zoning Worksheet)

Preparing vertical transportation systems and appropriate core size

Preparing appropriate base and top size

Part 2. Explorations of Geometry (Using Explored Geometry Table)

Selecting base and top geometry and their combination type

Deciding number of points connecting base geometry to top geometry

Part 3. Architectural Model Generation (Using Form Generation Program)

Generating architectural 3D model

Creating building data spreadsheet

Run Form Generation Program

Step 1: Each Function's Necessary Number of Floor Calculation

Step 2: All Floor Plates and Building Data Generation

Step 3: Architectural 3D Model Generation

Part 4. Structural Model Generation

Generating Structural 3D Model

Creating Structural Input File for Structural Analysis Program

Run Form Generation Program

Step 4: Structural 3D Model Generation and Creating Structural Input Files

Part 5. Mass Model Producing

Preparing Mass Model Making Layout

Run Form Generation Program

Step 5: Mass Model Layout for Laser Cutting

Part 6. Evaluations (Using all output 3D models, data, and mass model)

Evaluating Generated Alternatives

The proposed design process and tools can directly benefit designers to improve the design practice, saving time, and providing the opportunity to design generative and innovative schemes for tall building. The improvement of design quality and design process using advance technology is more practical when used to specifically enhance the performance of a conceptual design.

EXPLORATION OF GEOMETRY

Geometry plays a critical roll in the generation of building form and structure. Geometry in the schematic design helps to explore design ideas. This paper explores potential geometries and new concepts of vertical transformation to create an overall spatial form using non-conventional concepts.

Each geometric shape has its own architectural and structural characteristics. Tall building forms can be

designed based on a variety of geometric shapes. The geometries for tall buildings in this paper are focused on symmetry: simple polygons and generated polygons. One simple polygon's corner can be another simple polygon's center. These combinations generate many symmetrical forms usable for tall building form. Same edge distances and same bay corner columns characterize these symmetry geometries. This research presents the development of a series of starting and ending floor plate shapes for a set of floors using simple polygons and generated polygons. Figure 3 shows the combinations of generated polygon geometries.

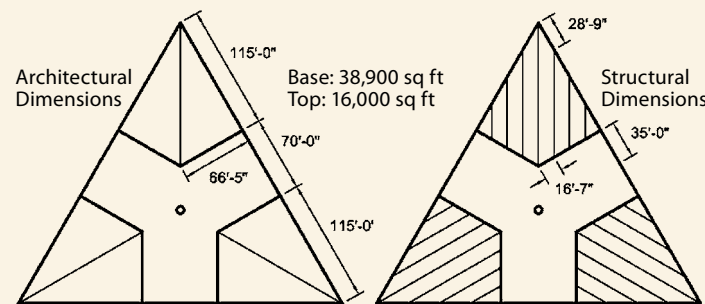


Fig. 5 Geometries and Dimensions (03-34-b-m)

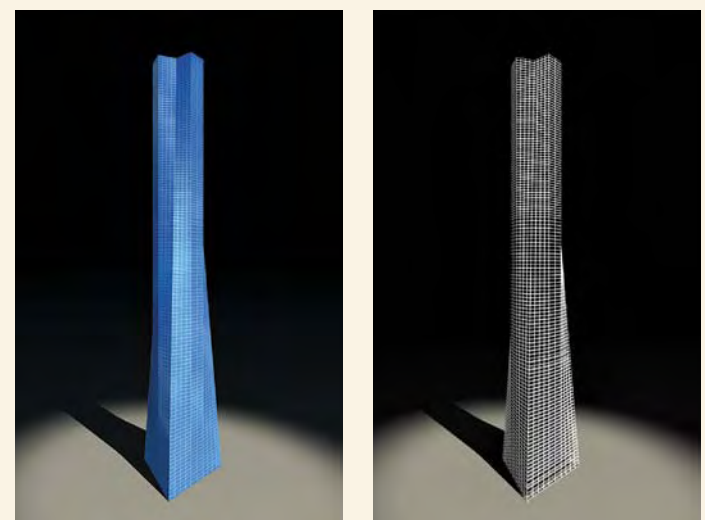


Fig. 6 Architectural and Structural Renderings (03-34-b-m)

EXECUTION AND EVALUATION

To investigate how the proposed design process and tools can be executed with any combinations of geometries and any vertical transformations of four form groups, 304 building forms are generated and demonstrated. Twenty combinations of geometries were selected from the geometry tables. Each combination has four types and each type has four forms; morph, setback, twist, and curvilinear. All forms were generated with same functional, gross area, and floor-to-floor height by function summarized as follows:

• FUNCTIONS

Office (2 million sq ft); Office Zone1 (1 million sq ft),

Office Zone2 (1 million sq ft)

Hotel (450,000 sq ft)

Residential (600,000 sq ft)

Without any lobbies and mechanical floors

• Floor-to-Floor Heights

Office: 12.5 ft

Hotel and Residential: 9.5 ft

• Set Geometries by Area

By zoning and area calculation worksheet

Base Floor: 40,000 sq ft

Top Floor: 12,100 sq ft

With the same architectural parameters, different combinations of base and top geometries and transformation, such as, morph, setback, twist, and curvilinear forms are generated through Step 1 to Step 3 of form generation process. The outcomes of this process are 3D surface models and summarized building data. An example of results is demonstrated in Figure 4. The objectives of generating 304 forms of selected geometries are as follows:

1. To verify that proposed process can be executed with any combinations of geometries and any defined transformations such as morph, setback, twist, and curvilinear.

2. To suggest various possible concepts of tall building development.

By showing various forms with 3D surface models, it can help architects and engineers exploring innovative concepts of tall building development.

3. To find the general characters of each form group.

With 3D models and summarized building data, architectural and struc-

tural general evaluations can be established. These evaluations can give architects and engineer design general based on form.

CASE STUDIES AND EVALUATIONS

Explored potential tall building forms can be evaluated in more detail according to architectural and structural design criteria with selected cases. A three-dimensional model is one of the manifestations of the computer model. The forms are developed completely with digital models from the very beginning.

As an outcome of this research, three-dimensional generated building forms can be constructed as three-dimensional surfaces for rendering and a three-dimensional model for structural analysis. To check architectural building properties automatically a spreadsheet can be generated in the Microsoft Excel format, and input data file can be created for direct analysis by structural analysis program. Finally, to physically compare alternative forms, study models can be made by a laser cutter.

In the schematic design phase, parametric design can generate a series of designs quickly, which consider a series of architectural and structural design criteria. The proposed design process has the advantage that procedures perform set of inter-related all necessary tasks in the schematic design phase such as planning and design, visualization, analysis, and model making.

Four forms are demonstrated

from selected forms for case studies. The selected forms all have same functional types, gross areas, and floor-to-floor heights by function; summarized as follows:

• FUNCTIONS

Office (2 million sq ft); Office Zone1 (1 million sq ft)

Office Zone2 (1 million sq ft)

Hotel (450,000 sq ft): Hotel Back of the House (150,000 sq ft)

Hotel Guest Room (300,000 sq ft)

Residential (600,000 sq ft)

Sky Restaurant: One floor above top of the residential floor

Observatory: One floor above sky restaurant

Lobbies: Main lobby and 3 sky lobbies (office zone2, hotel, residential)

Mechanical Floors: 4 Mechanical floors

• Floor-to-Floor Heights

Office: 12.5 ft

Hotel and Residential: 9.5 ft

Sky Restaurant and Observatory: 9.5 ft

Lobby: Main lobby (37.5 ft), the other lobbies (25 ft)

Mechanical Floor: Top mech. floor (28.5 ft), the other mech. Floors (25 ft)

• Set Geometries by Area and Dimension Adjustment

By zoning and area calculation worksheet

Base Geometry: Approximately 40,000 sq ft

Top Geometry: Approximately 12,100 sq ft

Dimension adjustments are needed for rational development

Morph Form (03-34-b-m)

The building is 1,485.5 ft high, 123 stories with the 77.3% total space efficiency and 979,000 sq ft total facade area. The building is a triangle at the base; 300 ft each side that evolves to a Y-shape geometry 34 at the top (see Figure 5). The building has nine sides. Six sides are parabolic as the ascent and middle three sides are flat (see Figure 6). Parabolic side is 115 ft at the bottom and 66 ft 5 in at the top and flat side is 70 ft at the bottom and top. By virtue of its tapering facade the tower offers a variety of floor plates, ranging from 38,900 sq ft on the building's lowest floor to 16,000 sq ft on the top. The building data spreadsheet is summarized as follows:

- Total Height: 1,485.5 ft
- Total Number Floors: 123 (office1: 28, office2: 35, hotel function: 6, hotel guest: 13, apartment: 32)
- Total Gross Area: 3,304,000 sq ft (office1: 991,000 sq ft, office2: 999,000 sq ft, hotel function: 146,000 sq ft, hotel guest: 294,000 sq ft, apartment: 610,000 sq ft)
- Total Space Efficiency: 77.3% (office1: 77.3%, office2: 71.5%, hotel function: 83.6%, hotel guest: 82.3%, apartment: 84.2%)

In this building, framed tube with strong shear wall is the principle structural system. Adding outriggers and belt trusses at the mechanical floors reinforces this system. The exterior columns of this building are spaced at 28 ft 9 in in the base plan and gradually taper off to 16 ft 7 at the top plan. For the flat sides, the column bay is 35 ft at bottom and top. If it is necessary, diagonal bracing can be applied at the flat sides.

REFERENCES:

Beedle, Lynn S. Architecture of Tall Building: Council on Tall Building and Urban Habitat. New York: McGraw Hill, 1995;

Riley, T. Tall Buildings. New York: The Museum of Modern Art., 2004;

Krawczyk, R. J. Program as pencil: Proceedings of Association for Computer Aided Design in Architecture, 1997, pp. 95-109;

Choi, Y. S. A study on planning and development of tall building. Thesis (PhD). Illinois Institute of Technology, 2000;

Jirapong, K. Discovering architecture within a seashell. Thesis (PhD). Illinois Institute of Technology, 2002;

Zhang, N. A. Computer-based environment for preliminary structural design, design collaboration and design automation of tall buildings. Thesis (PhD). Hong Kong University of Science and Technology, 2001;

Taranath, B. S. Steel, concrete, & composite design of tall buildings. New York: McGraw-Hill, 1998.

To be continued

EXPERIENCE

Team Approach

(p. 82)

SERGEI SHELESHNEV TEXT,
PHOTO COMPANY BOVIS LEND LEASE

In 1885, Charles William Bovis acquired a modest building business located in London, which later grew into the internationally renowned construction and project management company known today as Bovis Lend Lease.

Today, Bovis Lend Lease operates in more than 20 countries, including Russia. Experience in implementing high-rise projects was accumulated by working in the U.S., UK, Australia, Southeast Asia and Continental Europe. Among the most significant implemented projects worth to be mentioned Olympic Village in Sydney, Trump Tower in Chicago, Canary Wharf comprehensive development in London, Blue Water shopping mall in Great Britain, and the Petronas Towers in Malaysia. Daniil Afremov, Bovis Lend Lease Business Development Director for Russia, told us about their unique working experience.

In what countries Bovis Lend Lease is the leader and what's the rationale base behind this?

The most powerful position Bovis Lend Lease has in the UK, Australia and the USA. Our leading position in the UK can be explained due to the fact that the company Bovis was one of the first general contractors that started to operate on the British market. Our strong position on the Australian and Pacific markets associated with long operating experience of the Lend Lease Corporation in the region and many technically challenging projects implemented earlier.

What distinguishes the company's operating on Russian market from doing business in other countries? Are there any special features in local regulatory framework and cooperation with contractors and designers?

One of the key differences is a range of providing services. Unlike our main markets, where Bovis Lend Lease (BLL) usually acts as general contractor, in Russia it specializes in construction project management. In addition, our parent company Lend Lease is not currently investing in development projects within the Russian Federation. At the same time it should be noted that over 19 years of operating in Russia BLL managed to implement more than 70 projects of various complexity. Among these projects are Sheremetyevo-3 airport terminal, float glass factory for Pilkington, mixed-use business and retail centers "Metropolis" and "Lotte Plaza".



The requirements for quality management and work organization, adherence to safety rules on construction sites are the same as in Russia, as in all countries wherever our company operates. Among the special work features I would mention the duration and scope of approvals, poor attention paid by contractors to safety and environmental protection, as well as significant amount of speculative projects without a clear financial model which we had seen before the 2008 financial crisis. Despite the differences in design stages and the legal framework used in Russia and abroad, tendering and selection of contractors/designers are very similar. In Russia, we use the same tender requirements and contract forms that in our overseas projects.

What kind of problems has Bovis Lend Lease faced while operating in Russia, is it connected in any way with the Russian mentality? Are there any positive aspects of working in this region?

Besides the above mentioned problems with safety compliance, I would like to note typical for Russia situation of mutual distrust between development project participants (investor, contractor, architect), where the parties are trying to "set up traps" for their partners in their contract documentation. Also among the problems are difficulties in recruiting technically literate workforce and unreasonably high cost of building materials and certain types of work. Furthermore, significant challenges caused by the disagreement in the requirements of various regulatory documents. In some cases they completely contradict each other.

Among the positive aspects can be

noted a significant number of large-scale projects built in Russia. There are many leading foreign and Russian architects involved in large-scale development projects that provide a high quality design solutions. One of the important changes that positively affect the construction business in Russia, we consider the desire of some RF regions to provide developer and industrial construction projects by prepared land sites and engineering infrastructure.

Bovis Lend Lease Management Company provides the most comprehensive range of services at the Russian construction market. Which companies are competitive and can offer additional services which are not provided by your company?

For today there is a significant amount of foreign and local firms provide rendering management services for construction projects, technical supervision and counseling within the industry. Among the total number of operating management companies stand out those who in addition to construction management services also offer architectural design project development. Some customers consider obtaining an integrated "package" (Control + design) as a convenient approach. In our opinion, taking into account all existing advantages, it is not effective for all types of projects.

What is the economic feasibility of involving companies such yours to the construction of unique objects?

One of the key objectives of BLL as a company managing the construction is to comply with the approved construction budget, and if possible minimize charges. In addition to close control over the construction costs, we are actively engaged in optimizing

of design decisions in order to find the most effective.

The savings, if properly managed project can reach 10-15% of the total construction budget, which is significant in comparison with the management services costs, averaging 2-5% of construction costs.

Thus, in the construction of a large tobacco factory in the Leningrad region the project was implemented with savings of 10% of the construction budget, achieved through competent work packages tender process organization and tight control over the money spending.

Is there the presence of professional management companies on the construction market an objective necessity or the scheme "customer - contractor" or "client - designer" works quite effectively by itself? Could there be any other combinations, and when?

The scheme of "customer - contractor" is certainly acceptable, but in this case the customer must have a large team of professional staff able to competently manage the project. This arrangement is suitable for large-scale developers, implementing similar projects on a regular basis. But for occasional investors, industrial companies who build their own manufactures, as well as for major developers, implementing technically advanced unique projects, engagement of professional management company is, in fact, an objective necessity.

Involving a professional manager makes it possible to use human resources with the necessary qualification and skills for implementation specific types of projects, and apply international experience and technology, as well as getting a guarantee of quality work performance.

In contrast to the customer's own team, which carries a very limited responsibility for compliance with budget, timing and other aspects of the project, specialized asset management companies are responsible to investors with their reputation and professional responsibility, incumbent under the contract.

How the Bovis Lend Lease price formation system is configured and what is it based on?

This cost depends on the type of provided services and number and quality of the staff engaged for the project. For each project is to be selected its own management team, and then their work duration and cost of specific professionals services form the total price of the company's involvement in the project.

By what criteria occurs the formation of the Bovis Lend Lease team for a given project? Whether they standard, based on the long experience, and are the same criteria applicable when performing works of various complexity and in different regions of the world?

All the clients and projects are differ-

ent. Amount of services for each project, as a rule, differ from each other. In this regard, the management team every time also dissimilar in their quantity and professional level of specialists. Bovis Lend Lease preaches a philosophy of "One team - one project." This enables us give over all power to the given project. Depending on its complexity and customer requirements, we decide to tap the potentialities from our offices in Australia and Europe. Most of our project team includes both Russian and foreign specialists which allows effective using of international practice and provides a good knowledge of Russian conditions. The backbones of every our team are professionals with significant experience in the BLL.

How many local experts involved in such a team?

80-85% of the total number of attracted professionals - are Russians. We provide trainings for our staff according BLL standards, including the secondment of staff for temporary work in our representative office abroad.

How does you company preside the quality control over construction works?

In undertaking this task the company is guided by existing Russian regulations, as well as customer's specific technical requirements. Quality control on site is carried out according to the rules of our company with drawing up both internal reporting documents and instruments prescribed by Russian law. On majority of implemented projects BLL renders the technical / construction monitoring (management) services.

What's financial and legal responsibility of the company in case of violation of deadlines, quality or safety of the project?

The liability of the company is determined according to the contract with the customer and depends on many factors, including the type of provided services, project scope, funding, etc.

In your opinion, which turnkey project is the pride of your company and which one was the most complicated (large-scale, challenging, and politically dependent)?

The most challenging as technically as politically, but at the same time the most interesting from a technical point of view, for us was the project of the cultural and business center "Okhta" in St. Petersburg, managed by BLL over three years. However, this high-rise construction project was halted in late 2010, despite of receiving a favorable conclusion of the State expert opinion.

And which project for the last, say, 10 years of BLL operating activity, had the largest percentage ratio of "problem - solution"?

Each of the large construction projects has its own challenges. In some cases, there are funding and legal issues. Sometimes we encounter technical

difficulties and unforeseen circumstances - that is specific to our profession. However, while working in Russia in the liability sphere of BLL were no projects, which implementation problems could not be resolved with the help of a Russian team or professionals from the foreign missions.

Russian designers and constructors have already gained a great experience and currently continue their professional development, working with foreign companies, including yours. Which Russian companies can be noted as up-and-coming (prospective) from a professional point of view?

There are not so few, including GPI-2, Gorproekt, Mosproekt 2, NIIOSP, NIIZhB, NIPI General Plan of Moscow, the Russian branch of OVE ARUP and others.

TECHNOLOGY

Exclusive tandem

(p. 88)

EKATHERINA BARMICHEVA TEXT,
PHOTOS ALUTERRA SK

The construction company MERO TSK International has acquired a strong partner at the Russian construction market. Successfully overcame the challenges of the global crisis, the firm «Aluterra SK» has both feet on the floor, and also successfully goes forward, thus attracting foreign partners. Acting as one team, the two companies are discovering new opportunities in the Eastern Europe a construction market and confidently facing the future.

The unique construction alliance born in the Russian market: international company MERO TSK, worldwide famous for its non-standard technology solutions in the field of modern construction, now comes to our domestic market, entering into a partnership agreement with ATSK KOMPLETT Berlin Bauhandel GmbH (Germany), which is a fellow subsidiary company of a Group of companies «Aluterra SK».

Aluterra SK works, as well as many foreign colleagues, in the field of exclusive building services. Therefore, the fact of obtaining a license from the world's leading concern demonstrates the consistency and power of the professional Russian construction company. Such cooperation allows bringing a rather new elements into the Russian architectural landscape. In the portfolio of the German giant MERO TSK one can see not just a modern and highquality buildings of urban

development - there are truly unique facilities, built on fundamentally new technologies. Today they make people to rave over not less than the legendary Leaning Tower of Pisa, still standing against the ordinary laws of physics. But in contrast, all the buildings constructed by MERO TSK are well calculated and error-free, always taking into account all important factors, up to the climatic conditions of the region and groundwater characteristics on a construction site.

For example, Heydar Aliyev Cultural Center in Baku, Azerbaijan, built by MERO TSK, deservedly received worldwide recognition. Incumbent President of the Republic Ilham Aliyev decided to create extensive and historically valuable object in memory of his father, former President of Azerbaijan Heydar Aliyev.

The frame of the future building, designed by architect Zaha Hadid, recalls the surrounding landscape and looks like a levitate glass sheet. At the design stage the project caused ambiguous utterances of critics, but now, on completion, is undeniably accepted as a piece of art.

The complex consists of two buildings, in which are located the museum and combined by through passages lecture-halls, libraries, as well as a concert hall and restaurant. Premises closes the conference center with three lecture halls. At the same time the amphitheaters' relief in lecture halls follows to steepzig-zag facade, which does not contain a single straight line. With its asymmetrical silhouette the complex reminiscent of smoothly flowing waterfall.

From a technical point of view the adherence of building complicated geometry became possible only due to space technology of MERO TSK company (system K+K). The essence of its work is in combining all kinds of internal supports and nodes, the unique in its otherness, and holding onto them the concrete roof of a special structure, reinforced with fiberglass. Inside, in its highest point, the internal space reaches a height of 74 m, it is completely covered with hinged roof that visually expands the boundaries of internal space. Exterior surface area is about 33 000 sq.meters. Total weight of metal structures spent on the roof is about 1,000 tons.

The object appeared so unusual and surprising and so greatly inspired the world community that it has been the subject of a separate author's edition on Discovery Channel dedicated to the grandiose architectural projects of the world - "Build it Bigger". The linkman, who is an expert on the global architecture, Danny Forster called it an ambitious architectural monument, which is personified love of freedom and independence of the Azerbaijani people. «In contrast to the square forms of the Soviet era architecture, this building has smooth, asymmetrical lines, with no boundaries between the walls, roof and floor. I've never seen anything like that, it looks like

ready to blast-off directly from its place”- said Forster.

Also the MERO TSK left its architectural mark in Milan (Italy) by the construction of large-scale exhibition center. The huge area (345 thousand square meters. M) is given for 8 the largest exhibition halls, including 4 single-level halls, 2 duplex and 2 non-standard one-level hall, in this space are located 74 conference halls, 20 restaurants and 57 bars. But before visitors enjoy the indoor premises and a variety of services, they get a lot of impressions from the appearance of the building. Above the entrance to the exhibition center stands his badge, made in the form of a glass-metal sine wave height of 37 meters. Solved in a free plastic, it consists of two curved streamlined shapes, one of which rises steeply up and resembles a volcano, and the other one – like the crater – slowly turned down into one of the pavilions going up to the floor.

Besides, the glazed roofs of different pavilions of the Center are merged by one common roof with the delicate lacy surface. This huge glass «sail» like a loosely thrown over a cloak covers all the building from the western to the eastern entrance. The length of this unusual and in every sense very theatrical creation is 1.3 km, average height – about 16 meters, and maximum – 26 meters. The construction is so extraordinary and so much differ in its design from the routine «pieces of glass», that many Italians had already recognized the complex as one of the symbols of Milan. According to world experts, the company MERO TSK has implemented this outstanding and innovative project due to the bold use of unusual building materials such as different forms of segmented structures, and also an extensive experience in its installation.

Also worth mentioning the International Trade Center «EVROVIE» in Bratislava (Slovakia), located on the Danube River. This mixed-use complex includes shopping mall, four buildings with superior-class apartments, administrative offices, a 5-star hotel, a cinema and a fitness center.

Already from afar the observer is affected by a stately roof of shopping center of total space 5900 square meters. At first glance, it's made of incompatible elements of attachment devices: glass and metal. However, it does not reduce the structural strength, since the glass parts are made in the form of impact-resistant insulating glazing units, and the geometry of the roof matches the configuration of the floors following uneven contour of the building. But the most surprising – is the impossibility of the appearance of control joints due to the special technology of laying building blocks. For this construction the company MERO TSK has used its own system MeroBlocknoten.

When creating elements of the internal decor they were made with a help of innovation specialists of the compa-

ny. At the shopping center territory is located a fountain with a glass bottom that follows the overall concept of the structure. Construction is equipped with lighting fixtures so that light penetrates inside and scattered on the lower floors, as for the glass bottom of fountain, it serves as a waterproofing layer and eliminates the possibility of leakage.

The facade of administrative side of the architectural ensemble «EVROVIE» has a complex geometric shape and is made of insulating triangular glass units height of 3,5 m each. This impressive result was achieved due the creativity of experts, through the use of the mentioned above system Blocknoten, as well as new developments of the company MERO TSK – the so-called milled, or «star» attachment points of racks. At the same time the search for aesthetically appealing architectural form did not disrupt the erection of the building, which is characterized by high strength and resistance.

MERO TSK did not stop on the implementation of cultural and entertainment projects and has made its professional contribution to the development of sports facilities, by erecting on the base of its unique technology the new stadium in Donetsk (Ukraine). It was designed by the worldwide leader, «ArupSport» (ArupSport) for a participant of UEFA Champions League – FC «Shakhtior». The idea of the architect was to create a solid roof over the stadium without branch pieces, which is inclined from north to south, and recalls the landscape. In addition, were provided glass facade and crossed pedestrian paths for free movement of visitors of the complex as at game, as well as in non-gaming days. Inside the stadium has a classic oval shape, that creates an optimal atmosphere and excellent visibility for spectators.

Now on aerial and light form of this arena no one can say that at the stage of assembling the two parts of the stadium roof, the structure had to be pre-assembled the on the ground from eight major segments. Each of the two parts is weighing more than 100 tons. Then they were lifted by a 650-ton crane with lattice boom and placed between the spatial lattice beams. In describing the process seems time consuming, but we can say that the architect's design was materialized easily due to advanced technology of company MERO TSK, which, as already mentioned at the outset, allows implementing the ideas of architects anywhere in the world, and regardless of external factors. As for the stadium in Donetsk, the twelve segments of the roof designed in such a way that the construction can easily withstand potential ground shifts, since the object is in the area of coal mining works. MERO TSK, as always, has done its work for «excellent mark», as evidenced by was the fact that the arena was found to conform to the UEFA five-star standards established for the stadiums. The site is designed

for one-time presence of 50 000 spectators, and during the football championship Euro-2012 matches will be held here.

Due to their high technologies and cooperation with the leading building companies, MERO TSK was able to realize a variety of unique projects all over the world. And now that it has acquired a partner in Russia – the domestic construction company «Aluterra SK» – we have a chance for the emergence of something grand and extraordinary in terms of architecture in our country as well. There are all prerequisites for implementation of these plans, as both companies look and act in the same direction: the realization of innovative ideas in the field of facade construction using high-technology solutions. Acting as a single link, the two construction companies are already planning the geographical advance in Eastern Europe, and we hope that in the near future we will be pleased with the joint world-class masterpiece of architecture.

AERODYNAMICS Aerodynamics and Vibration Control

(p. 92)

TEXT BY TREVOR HASKETT,
SCOTT GAMBLE AND STOYAN
STOYANOFF, MOTIONEERING INC.,
RWDI, CANADA

In the last half-century we have witnessed an unprecedented boom in the construction of tall buildings and special structures, in aspects related to their architectural complexity, freedom of expression and structural sophistication. This is without doubt due to the remarkable revolution in our improved state-of-the-art design tools. More accurate and realistic numerical methods today allow for a greater certainty than ever before, the means to predict how a given structure would behave in extreme loading conditions. Advanced methods for aerodynamic and dynamic optimization permit us to attain shapes, heights and slenderness that were until recently taboo. We have become less conservative in our design assumptions, and when the traditional possibilities for vibration reduction are exhausted we may turn to Tuned Mass Dampers (TMDs),

Tuned Liquid Column Dampers (TLCDs), and other novel mechanical devices to help us defy old limitations. This paper presents several examples of such vibration solutions developed at Motioneering Inc., with insight made possible by the use of wind tunnel testing at RWDI.

NORTH AMERICA'S LARGEST TLCD

The first example involves the 308 m tall Comcast Center (also know as One Pennsylvania Plaza), which currently is under construction in Philadelphia, PA. It will have one of the largest TLCDs in the world, and quite possibly be the largest in North America when it is complete. Because of the slender building footprint, damping was only needed in one direction, instead of the more typical configuration of two perpendicular tanks.

Initially the predicted accelerations were considerably higher than the recommended comfort limits. To address this, a very high mass ratio was required for motion control. The TLCD moving mass would consist of over 1,200,000 liters of water. The tank would be almost as wide as long which is an unusual configuration. Due to its expanded width, the tank was divided lengthwise in two to avoid water flow off-axis.

The Comcast Center's TLCD will be located above the mechanical floor at the top of the building, at a height of 280 m. Other TLCDs designed by Motioneering include Random House Building, New York, NY (644 tonnes), and Wall Financial Centre, Vancouver, BC (417 tonnes).

TAIWAN DOUBLE QUAKE CAUGHT ON TAIPEI101 MONITORING SYSTEM

Currently second tallest building in the world, Taipei101 was aero- dynamically optimized at RWDI. In order to reduce its loads and vibrations in strong winds, corner – cuts were implemented on the cross-section. In the top section of the building is installed a 660 tonne mass damper which is able to reduce the building's wind-induced motions by approximately 30 percent, and in the Pinnacle another pair of 5 tonne dampers is installed for mitigation of vortex shedding and galloping.

Motioneering has also designed and installed a monitoring system that consists of an anemo- meter and a set of accelerometers. Wind, TMD and building motion data are recorded and sent to our office via the internet. The system records TMD motion and performance relative to the building. The collected information is used by T101 operations personnel to monitor the TMDs and plan routine maintenance.

In the early hours of March 3, 2006, Taipei was hit by a rare double earthquake, which was of sufficient ampli-

tude to show up on the recently activated system. The TMDs were designed primarily to reduce motions due to wind, but will still react in a controlled manner when the building is excited by an earthquake. In this case, the TMD system behaved exactly as predicted by Motioneering's engineers during the design stage of this project.

BLOOMBERG TOWER BEST IN 2004

One other interesting example involves the Bloomberg Tower (731 Lexington Ave in New York, NY) which won "Project of the Year – Mixed Use", 2004, New York Construction. Motioneering designed and supplied a unique damping system to solve its wind-induced structural motions. The TMD was a dual-mass system that allowed it to fit within a vertical height limitation of 7.6 m.

GRAND CANYON SKYWALK AND CUSTOM TMDs

Imagine you are standing on the glass floor of a bridge cantilevered over the edge of a canyon which drops 1150 m feet straight down. A group of people walks by and you feel the bridge start to bounce. How secure would you feel?

This was a potential issue that the developers of the Grand Canyon Skywalk in Arizona needed to address. Motioneering and RWDI performed the initial wind and pedestrian vibration study on the skywalk bridge. It was determined that the first vertical mode of the bridge could be excited to uncomfortable levels by wind or only a few people running or jumping. Instead of costly modifications to redesign the bridge, the optimal solution was to provide TMDs to enhance the dynamic performance of the structure. There are 3 damper units installed into the box girder of the walkway. This vibration control system was recently installed and tested, and the Skywalk successfully opened to the public.

THE SAKHALIN1 TMD

A first for Motioneering, and possibly worldwide, a TMD has been successfully installed on the drilling rig of the Orlan offshore oil-and-gas platform as part of the Sakhalin1 Project in Russia. Designed in Canada, the purpose of the TMD is to protect the drilling rig during seismic events.

The preliminary design was by Sandwell Engineering Inc., Vancouver, Canada. Motioneering was then approached to do the detailed design of the TMD and to oversee the component fabrication and testing.

The system is a passive TMD, with a mass supported on rubber bearings, and connected to viscous damping devices to dissipate the kinetic energy. Components were made in Canada and the United States, and fabrication and assembly took place at Hyundai Heavy Industries in Korea.

As shown on Figure 5, the TMD room is located at the top of the derrick being lifted into position on the Orlan platform. There is a special enclosure

designed to meet oil & gas industry standard safety requirements for blast resistance. Low temperatures were a real threat due to the rig's ultimate destination in the Sea of Okhotsk which is frozen 8 months of the year. The viscous damping devices seal longevity was ensured by incorporating friction clamps to lock out the moving mass during frequent wind/wave events.

USAF MEMORIAL SPIRES:

FULL-SCALE PERFORMANCE TESTS

Often unique structures such as architectural monuments are prone to aerodynamic instabilities. However today it is possible to build such features safely thanks to the combined expertise of RWDI and Motioneering in aerodynamics, motion control, acoustics, noise and structural dynamics testing.

The three United States Air Force Memorial spires (United States Air Force Memorial 2006), designed by Arup, included "ball-in-box impact dampers" to avoid galloping due to wind excitation. The monument was tested in RWDI's wind tunnels and the demand for enhanced structural damping established. Motioneering undertook laboratory, acoustics testing, and field-testing of the finished spires. The challenge faced during the laboratory testing was to coordinate the test lab and the multi-level client and design team to accomplish a precise set of tests for this demanding project. These tests were designed to verify the damping and noise characteristics of the impact dampers. From the laboratory testing, the observed damping was slightly higher than required and the generated noise levels were acceptable when extrapolated to the design-level wind event.

The field-testing required Motioneering to install multiple accelerometers at the tip and at the impact damper locations for each spire. The spire was then excited by pulling on it at the tip. All of the input and response quantities were monitored and recorded. In order to install the temporary equipment, Motioneering hired professional rope climbers from Ropelink, UK. Excitation of each spire was accomplished by use of a newly developed "shaker", hydraulically powered by a Skidsteer. The data was recorded by a data acquisition system for amplitude and frequency analysis. The "shaker" was connected to a wire rope hanging from the tip of the spire. A similar device has been previously used for testing of the stay cables of Sunshine Skyway Bridge, Tampa, FL.

FINAL REMARKS

Motioneering Inc., is a renowned specialist in vibration control, dynamic analysis, optimization, and testing of unique structures. RWDI is the leading wind engineering consulting services firm in the world, and offers a complete range of wind engineering, environmental air quality and noise management services. Both companies are a part of RWDI Group which this year celebrates its 35th anniversary.

From its offices around the world, we are offering exclusive services to our clients, the world leading engineering design firms. The examples given above are but a small part of a long record of successful projects that we have been grateful to be able to participate in, while being witness to the emerging new wonders of our times.

BUSSINESS CARD

20 Years of Progress

(p. 96)

MATERIALS PROVIDED
BY "TATPROF" CJSC

"TATPROF" CJSC already for 20 years has been working at the market of aluminum profiles and structures. The company produces a wide range of high quality aluminum profile and also engaged in their development, production, promotion and sale.

Due to the unique complex of physical, chemical, mechanical and technological properties, aluminum has become one of the most important structural materials, which find wide use in key industries.

The spectrum of aluminum use:

- manufacture of metal construction, constructing, gauge materials;
- architectural design and translucent structures and facades cladding;
- interior design of exhibition facilities;
- design for suspended ceilings;
- Installation of office partitions;
- the manufacture of furniture, sliding door wardrobes;
- electrical equipment (bus, band);
- mechanical engineering (aircraft, door steps, facing);
- production of advertising media, trade and exhibition equipment.

During 18 years the company produces its own proprietary system of translucent aluminum structures "TATPROF", included in the list of the hundred best products of Russia and five best goods of Tatarstan. According to experts, it is the best national system in its market segment, and the products manufactured at its basis, comply with all applicable standards and SNiPs.

Their main advantages – unlimited possibilities of a modern European design, high technology and ease of installation, and reasonable price as well. All structural elements are shown in the appropriate catalogues, and, if need, our experts can provide all the necessary recommendations.

Conducted by the company policy of technical upgrading and modernization aimed at achieving global efficiency standards and quality of the product, ensure accuracy and stability of performance, reliability and durability of the finished products.

Highly efficient production provides the most advanced automated compaction complexes with a total capacity of 5,000 tons of aluminum profile a month.

Pressure paint lines provide high-quality covering total area 500 thousand square meters of aluminum per month. Modern anodizing line produces up to 500 tones anodized profile per month. Full cycle production of high quality products for our customers is completed with 5000 sq. m area for its packaging and warehousing.

For the production of aluminum are used only prime quality raw materials meeting the requirements of GOST to international standards DIN, and only high-quality paint polymer powder coating, guaranteeing stability of the coating in ambient atmosphere for at least 10 years.

Sophisticated update management, qualified staff, certified and well-functioning quality system based on the requirements of international standards – are all the components of the formula for continued success of "TATPROF" in the construction market.

TATPROF
423 802, Republic of Tatarstan
Naberezhnye Chelny,
st. Profilnaya, 53.
Tel. (8552) 77-82-04, 77-82-05,
77-84-01 www.tatprof.ru

MONITORING From theory to practice

(p. 98)

TEXT BY ANDREY
SHAHRAMANI, CANDIDATE
OF TECHNICAL SCIENCES,
GENERAL DIRECTOR OF
SCIENTIFIC AND PRODUCTION
ASSOCIATION SODIS

This article describes scientific methods of creating of systems of monitoring and forecast of buildings' and constructions engineering status. These systems are put in practice for unique olympic constructions SOCHI 2014, Moscow-City complex, football stadiums for World Cup 2018 etc. The article is concerned with methods of structural monitoring, the technology of systems creating, the standard structure and components of a system, the experimental results of the theory using in practice.

**MONITORING AND FORECAST
SYSTEMS FOR TECHNICAL STATE OF
BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS.
THEORY AND PRACTICE**

The problem of monitoring of bearing constructions became topical because of the erection of a big number of high-rise and unique objects and quite huge catastrophes that occur from time to time.

The current situation in the building industry can be determined like “a period of transition”. Licences for design, building and survey works were cancelled. A system of self-regulation was introduced which presupposes a creation of self-regulation organizations managing processes of companies’ permission for design and building works, norms development, improvement of quality and minimizing risks in the sector. A system of technical regulation was introduced (FL No184 from 27.12.2002 “About technical regulation”) which presupposes minimal requirements for products affecting security and health of people, also the decrease of bureaucratic coasts, stimulation of economic growth and development of new technologies.

The current design and erection of a number of unique and high-rise buildings are made without the full normative and methodical base for their construction today. A development of special technical requirements precedes designs of such buildings (Government’s decision of Russian Federation No 87 from 16.02.2008 “About the composition of sections of design documents and requirement to their content” and the order of the Ministry of Regional Development No 36 from 01.04.2008 “About the order of development and coordination of special technical requirements for the development of the design documentation for objects of the capital construction”). As provided by the established order, special technical requirements are developed by scientific and research organizations and approved by the Ministry of Regional Development of RF.

The topicality of the monitoring problem and the last trends of the intensive building of big objects in Russia, including within the scope of the preparation for correspondent events (Olympic Games in Sochi, Summit APEC, the World Football Championship 2018) determine the necessity to create new elements for providing structural security of the objects under construction. They are systems of automated systems of monitoring and forecast of the technical state of buildings and constructions. The necessity to create monitoring systems is reflected today in the existing legislative, normative and methodical base. When the Federal law No 384 from 30.12.2009 “Technical regulations about the security of buildings and constructions” came in force, the development of monitoring systems is made on the base of the following documents:

- the federal law No 384 from 30.12.2009 “Technical regulations about the security of buildings and constructions”
- Prescription by the government of

Russian Federation No 1047-r from 21.06.2010 “About the list of national standards and code of rules (parts of such standards and code of rules), obligatory application of which provide the observance of requirements of the federal law “Technical regulation about buildings and constructions safety”;

- GOST P 53778-2010 “Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of technical state”;
- GOST P 22.1.12-2005 “Security in emergency situations. Structured system of the monitoring and management of engineering systems of buildings and constructions. General requirements”.

GOSTs P 53778-2010 and P 22.1.12-2005 are in the list of national standards and code of rules (parts of such standards and code of rules), obligatory application of which provides the observance of requirement of the federal law No 384 “Technical regulations about the security of buildings and constructions” which have requirements for the design and development of monitoring systems.

In accordance with the requirements of these normative documents an automated monitoring system of the technical state of bearing constructions and engineering and technical facilities are to be provided (under the clause 48.1 of the Urban Planning Code of Russian Federation).

Tasks and stages of monitoring systems creation

Tasks and stages of monitoring systems creation are defined by the way to provide maximum compliance with the main goal of the monitoring system: *Management of the technical state of structures and early recognition of appearance of dangerous factors threatening the mechanical security of objects.*

To achieve the mentioned goal, the following tasks must be solved when creating the monitoring system:

1. Development of dangers model;
2. Detection of particulars of structural decision of the object;
3. Detection of the composition of elements under control;
4. Detection of the composition of parameters under control;
5. Development of an algorithm and criteria of decision-making for the estimation of the current technical state of objects;
6. Development of algorithm and criteria of decision-making for the forecast of the current technical state of objects.

In accordance with the experience and requirements of normative and methodical documents the monitoring system of technical state of buildings is developed in the design stage, is installed in the building stage and used during the building process and operation for management of structures states.

At the **design stage** dangers models are determined which can provoke a deterioration of the technical state of the object. The model is developed on the base of the object location

(climatic and geological conditions), structure peculiarities and functional purpose. When describing the danger model, data about possible loads on the designed object is stated. The model can include the following types of natural and anthropogenic loads:

- seismic (vibratory);
- snow;
- wind;
- operating (loads from equipment, people);
- climatic.

On the base of the danger model a composition of parameters under control, rules of processing and criteria of estimation of the technical state of the object are determined.

The mathematical and computer model of the object is developed for determination of design (acceptable) values of parameters under control using the up-to-day facilities of finite-element analysis (ANSYS, Lira, MicroFe, etc.).

On the base of the list of parameters under control a specific composition of measurable physical values (of deformation, vibration, pressure, etc.) and facilities for the monitoring system have to be determined.

At the **building stage** facilities (sensors of deformation, pressure, temperature, accelerometers, velocimeters, tachimeters, sensors of acoustic emission) of monitoring system are mounted. During the building process the monitoring is realized using the mounted facilities and these results are compared with values of parameters under control obtained on the base of mathematical modeling. When the construction process terminated, it is necessary to verify an adequacy of the mathematical model (it is to be corrected as appropriate) and define rules of processing of monitoring results and criteria of decision-making (as appropriate).

Methodological foundation of system operation for monitoring and forecast of technical state of buildings

When a monitoring system for bearing structures is created, the main question is what is necessary to control, what kind of parameters and elements of the structure are critical and subject to automatic control.

A definite answer for this question can’t exist. As rule, any bearing structure is critical; any of them can have a factory defect or be damaged during building works. It is unprofitable and unreasonable to control absolutely all structures; therefore the main goal during the monitoring methodology should be a definition of an optimal composition of structural elements and parameters which will permit to appreciate the state of structural elements as much as possible.

The selection of the optimal composition of structural elements and parameters of the control is made by expert way and individually for every object. And it is necessary to take into account such factors as the importance of the object, financial limits, location,

and safety of design decisions. Factors of location (climatic and engineering and geological conditions of object) and safety of design decisions (application of complex non-type structural assemblies, large-span structures and arms, not-proven design decision and materials, etc.) determine potential dangers which can provoke a deterioration of the state of structural elements or its destruction.

A detailed analysis of structural decisions of the object, potential dangers have to underlie a selection of elements and parameters for control and results of mathematical modeling and engineering calculations of appearance and development of dangerous factors have to be applied.

As a result of this work a table with the following information appears: element under control, parameter under control (Ki), designed value of the parameter under control (K/i), admissible deviation of the parameter under control (ΔKi). The analysis and processing of parameters recorded by the monitoring system can be realized by different complementary methods of monitoring and forecast of the technical state of buildings and constructions.

Method of monitoring and control of absolute parameters

The method of monitoring and control of absolute parameters is based on the comparison of the parameters under control Ki with design parameters K/i. The range of admissible values of parameters under control is as $K/i \pm \Delta Ki$, where ΔKi is the range of admissible deviation of the parameter under control Ki. The design values K/i can be determined on the base of the mathematical modeling and defined during the scientific and research maintenance of the building process, for example, in accordance with TR 182-08 “Technical recommendations for the scientific and research maintenance and monitoring of erection of large-span, high-rise and other unique buildings and constructions”. (The technical recommendations were developed by the state unitary enterprise “NII Mosstroy”).

In event that values of the parameter under control Ki are near or beyond acceptable values $K/i \pm \Delta Ki$, the monitoring system of bearing structures must form correspondent information messages about the deflected mode of bearing structures. In that case the expert organization carrying out scientific and research maintenance of the monitoring system determines causes of changes of the structure state and gives recommendations how to remove consequences and operate the object in future.

Method of monitoring and control of relative parameters

The method of monitoring and control of relative parameters permits to appreciate the interaction (correlation) of the parameters under control and their cooperation.

The control of relative parameters

supplements the control of absolute parameters and permits to obtain additional information for estimation of the technical state of building.

Absolute physical values like deformations, inclinations, stress, pressures, oscillation frequency, displacements and strength properties of structures are inspected by the method of absolute parameters control.

The method of relative parameters control verifies relative values including a difference or correlation of inclinations (the parameter characterizes particularly the deferential settlement, careen), natural oscillation frequency (the parameter characterizes particularly the load transfer and change of the state of the constructive part of the object, including a formation of defects like cracks, deformations, reinforcement corrosion, etc.), deformations, pressures (the parameter characterizes particularly the load transfer between elements of construction), displacements (the parameter characterizes the differential settlement or effort redistribution between different elements of construction) or frequency of mutual oscillations or correlation parameters (the parameter characterizes the correlation of oscillation of one part of elements of construction relative to other part).

For example, covers above opposite tribunals of the similar construction of the open stadium must have equal characteristics of the frequency of the oscillation amplitude and it indicates that they have the equal mode of deformation. The difference of these characteristics and their value permits to estimate the load transfer or change of the state of one of these covers of the object.

The control method of relative parameters can be effectively used for the inspection of critical elements of construction symmetrically made, for example, identical columns (frames, covers, nodes) in different parts of the building which must be equal loaded in accordance with the design scheme.

Method of regressive analysis for reveal and forecast of negative changes

The monitoring system of the technical state of bearing structures permits to track changes of current state of the building and collect the correspondent information data bank. The results of the monitoring systems’ work are a base for forecasts of the technical state of objects.

The regressive analysis permits to reveal trend dependencies of changes of parameters under control and forecast changes of parameters under control for a specified time interval to determine further technical state of the object.

Methods of mathematical modelling and design values of the parameters under control obtained by regressive analysis permit to forecast the state of the object if measures to prevent a development of negative processes which provoke values changes of parameters under control aren’t taken.

For determination of the further technical state of the object, from the scope of parameters under control the most sensitive parameters to current negative processes, for example, careen of the foundation slab of the building can be taken. Further using these parameters, their trends are determined (for example, changes of the careen with the course of time), trend values of parameters are extrapolated for the specified time interval (for example, it is forecasted what careen will be in 5 years taking into account the current speed of changes); and on the base of the results of the mathematical modeling based on values of the extrapolation predictive design values of the rest parameters are determined (deformation, frequency, displacement, etc.). Thereby a scope of forecast values of parameters under control is determined and comparing them with the maximum permissible values the further state of buildings is estimated. An example of the forecast graphic of technical state of the building is on the picture 1.

Method of multiple-factor analysis for reveal and forecast of technical state of building objects

The multiple-factor analysis is a direction of the mathematical statistics and based on a detection of general factors from the statistics data which represent them more forcefully. Methods of the multiple-factor analysis arose in the physiological science and used for analysis of interrelation of several abilities and behaviour of people.

One kind of factor analysis is the method of main components based on the analysis of a covariance matrix of statistics data, calculation of proper values and vectors.

The covariance matrix shows a level of the interrelation of statistics data; the calculation of proper vectors of the covariance matrix permits to determine new parameters (factors) which describe a set of the basic data more fully.

A new area of multiple-factor analysis application is a monitoring of building objects. Building monitoring systems register and record statistics data which are changes of parameters under control within time. These statistics data are subject to the further processing to obtain information about changes and forecast of the stress-stain state of the construction.

The covariance matrix analysis of parameters under control permits to judge about the interrelation of changes several control parameters or groups relative to others and determine general factors which are responsible for these interrelations. The covariance matrix analysis and control of assigned factors permit judge about changes of press-stain state of buildings, safety of monitoring system sensors work and accuracy of parameters registration in a new way. For example, some factors can be responsible for the press-stain state of constructions or separate elements and their changes will demonstrate the press-stain state of corre-

spondent constructions. A separation and control of changes of factors will permit also to decrease a volume of information processed by the monitoring system and simplify analysis of information and system complexity.

EXPERIENCE OF THE MONITORING SYSTEM CREATION

An experimental verification of points stated in the article was made on the base of real results of works for monitoring of high-rise habitat complex “Villange” situated in the quarter No 75 of the region Horoshevo-Mnevniki in Moscow.

On the example of this object the following works were made:

- a number of experimental measures of oscillations in the height of the object;

- a mathematical model of the object was developed and design values of parameters were determined which were measured during experimental works;

- an inspection of the mathematical model adequacy was realized by comparing the design data obtained by modeling with the experimental data.

Experimental measures were carried out during the erection of the building. The first part of them was realized on the 21of February in 2009. For that moment the building had 25 floors. Having results from those measures, a convergence with mathematical modeling results was inspected and the adequacy of the developed mathematical model was demonstrated. The second set of measures was made on the 25 of August in 2010. For that moment the structure of the building was erected completely (40 floors) and facade works were being carried out. Having results of the second measures, the design data obtained from modeling results was inspected (frequency and types of oscillations); the adequacy of the mathematical model was demonstrated; this model was developed for the erected building for the further calculations for modeling and forecast of the technical state of the object.

The design height of the building (40 floors) is 138 m. The constructions were made from cast-in-place reinforced concrete. The height of the standard floor is 3.3 m. An underground parking is situated on the 1 and 2 floors under all area of the court of the territory. The parking is separated from the high-rise part of the building by a movement joint.

The cross-section (of the plan) of the high-rise part of the building on the picture 2 is characterized by a cross-wall scheme of bearing structures with the stiffening core in the centre.

The space rigidity and stability of the habitat complex are provided by the cooperation of vertical cast-in-place stairs and lift blocks, pylons and walls integrated by stiff cast-in-place reinforced concrete discs of floors (picture 3). Lift wells and walls of stairs blocks are made from reinforced concrete of 300 mm in thickness. Staircases

are made from cast-in-place reinforced concrete with prefabricated marches and landings between floors. Pylons of 300 mm in thickness, 600 and 1000 m in length are situated around the perimeter of floors, and cast-in-place walls too. The class of strength concrete for walls, pylons and columns is B50. The thickness of floor slabs is 200 mm, excepting the slabs situated under technical floors (their thickness is 250 mm). The floor slabs are made from the concrete Class B35.

The part of the ground base under the tower of the habitat house is reinforced by polings fabricated in accordance with the bit-impulse technology (polings-RIIT). The foundation of the high-rise part of the building is solid cast-in-place reinforced concrete slab of 2 m in height and made from the concrete Class B40.

For the experiment two finite-element models were created which reflected different stages of the erection of bearing structures of the habitat complex. The first model corresponds to the part of the building erected at the moment of conducting the first experimental oscillations measures of structures; 25 floors were erected, the height was 83 m (picture 4). The second model completely corresponds to the erected cast-in-place skeleton of the building.

For creation of shell models the elastic shell SHELL63 of four nodes and average thickness was applied; the shell simulated walls, pylons, foundation and floor slabs. This model scheme, as opposite to the classic three-dimensional modeling, permits to reduce the model dimension considerably and decrease calculation time saving the high accuracy of results.

Dimensions of finite-element models are 33 000 of nodes (198 000 degree of freedom) and 38 000 of finite elements (model1) and 59 000 nodes (354 000 degree of freedom) and 65 000 finite elements (model 2).

A goal of the further calculation is to determine a proper oscillation spectrum in places of sensors mountings in the real object; of correlation functions – between responses in points of measure on different floors (transfer functions). Tracking of changes of functions data will considerably permit to control changes in stress-stain state of constructions between points of measure and it will give an opportunity to estimate damages in constructions. It is evident that dynamic characteristics of the object obtained on the base of mathematical modeling results have to correspond to values of natural measures of oscillations in the object.

Experimental oscillation spectra were obtained by recording oscillation speeds with sampling rate of 0.001 second by velocimeters. The scheme of oscillation registration is on the picture 6. The pictures 7 and 8 represent photos from the place where natural measures were made.

To determine an input vibration action, an experimental record was made on the level of the second floor

of the erecting building, which then used as the input action during the calculation of dynamic characteristics for the finite-element model.

To determine a calculating spectra of proper oscillations a transition analysis with implicit time integration was applied. The task is solved by elastic linear statement; the material is accepted as isotropic with constant Jung modulus. To activate oscillations, a loading was made giving three finite components of speed (experimental record) on all nodes of the foundation at zero moment. As low frequencies are the most informative (basically up 15 Hz), the quite huge dimension for the finite element is chosen for the calculation; characteristic dimension is 1.5-3 meters. To track low frequencies, a dimension of the calculating window (a time after action into the model for which the calculation is made) is very important. To raise the accuracy of the calculation, during this period the model has to make some full oscillations on the level of its lower proper frequency. For this calculation a calculated window is 20 seconds with sampling of 0.01 second and it permits to obtain correct results.

When calculation from nodes of the model situated more nearly with correspondent points of measures are realized, records of responses are made as a discrete time dependence of nodes speed for three directions. The obtained dependence is transformed with the fast discrete Fourier analysis into a bounded spectrum which is desired. After that this spectrum is compared with the analogous obtained from the measures in the object and a conclusion about the adequacy and inadequacy of the model is made.

The results of experimental and calculating records of oscillation speed are demonstrated on the picture 9. The picture 10 demonstrates spectra of records of experimental and calculating speeds of oscillations.

From analysis of experimental data and data obtained by calculation a good convergence of results is seen. Two similar frequencies in 1.1-1.2 Hz are seen from experimental and calculating spectra. Oscillation forms are determined by results of the modeling. The first oscillation form is torsion on the frequency 1.113 Hz (picture 11), the second oscillation form is flexural on the frequency 1.248 Hz (picture 12).

These results permit to judge the adequacy of the first model developed for the 25-th floor of the building.

The second set of measures was made for the erected building (40 floors). Oscillations were registered by accelerometers GeoSIGGMS-18 (picture 13) in the basement (-2 floor), on 10th, 20th, 30th and 40th floors. The scheme of the oscillation registration is on the picture 14. Results of experimental records of the acceleration are on the picture 15 and of experimental spectra of acceleration are on the picture 16. They show that erected building has two similar oscillation forms on frequencies 0.5 Hz and 0.54 Hz. It coincides with mathematical modeling

results demonstrated on the pictures 17 and 18; and it is clear that the calculating model of the building has two similar oscillation forms with frequencies 0.52 Hz and 0.57 Hz. The difference in hundredth part of Hz between experimental and calculating frequencies can be explained by that the mathematical model doesn't take into account the weight of facades which were half-mounted during experimental measures. This way experimental measures present results of oscillations of building with bigger weight in comparison with its computer model.

Standard decisions for creation of monitoring system for bearing constructions. Composition and structure

The monitoring system for bearing structures is represented as the following functional blocks (picture 19):

- primary sensors and facilities;
- systems of data collection and record;
- software and mathematical support.

Primary sensors and facilities are for the registration of several parameters which characterize the prestain state of several structures and their groups. Sensors register such parameters like inclinations, settlements, deformations, pressure, space coordinates, frequency and oscillations (accelerations, speeds), temperature, humidity.

The system of data collection and registration serves for the consolidation of primary data from measure results, for the signal transformation from sensors into the digital form and for the storage of obtained data.

The mathematical support and software are an intelligent stuffing and a core of the monitoring system which consists from the following systems:

- Mathematical model of object;
- Program complex (special processor) for complex processing of results from monitoring and forecast of the technical state of bearing structures;
- Program complex for the monitoring system management and preparation of report documentation on the base of its results.
- The software of the monitoring system is for:
 - monitoring system management;
 - collection and storage of information obtained from sensors and facilities measuring parameters under control;
 - processing and analysis of data for determination of the technical state of objects;
 - setting of special processor of the monitoring system and development of rules for the system work how to determine a technical state of buildings and constructions in the automatic mode;
 - determination of control decisions and recommendations for a further more effective operation of the object;
 - integration of monitoring system with other dispatch systems of the object and external systems of urban services.

An example of work of specialized software for the monitoring system of bearing constructions is SODIS Building M (developer: Scientific and production unity SODIS, certificate of Rospatent № 2009612830) and is demonstrated on the picture 20.

DIGITAL TECHNOLOGY Design of Buildings: Theory and Practice

(p. 108)
MATERIALS PROVIDED
BY AUTODESK

Equity participation in the Joint construction of the house is now one of the basic mechanisms of purchase housing. After the federal law № 214 came into force, more and more developers are choosing this way of implementing their projects. Indeed, if there is a bona fide developer, for him this share building is highly profitable: he could finance the construction by the due date, using only minimal debt. But even developer in good faith is not insured against mistakes of designers, which may well disrupt alleged construction time of the building, which will need to invest additional funds and cause discontent of shareholders.

Just so happened with the construction of a dwelling house at Balakovskaya Street in Samara. By entering into contracts with real estate investors in 2005, development company was supposed to build three-unit apartment building for three years and outlined the terms of the putting house in operation, the layout of apartments and their finishing. The object was planned to be commissioned (with all the risks) in 2008, when in fact by this time had just started the second section of the building.

Problems emerged at an early stage of the construction works, and the main reason was the design errors. Terms of spot development inevitably led to the need for pumping groundwater, which caused a subsidence of soils under construction building and adjacent area. Because of strata movement of soils the blind area of the building has subsided on 0.12 m, it cracked up to 0.02 m.

To recover the carrying capacity of soils, it necessitated the filling of voids with hardening compounds to form underground retaining walls. As a consequence – the additional

investment and shift the timing of operation.

After the dealing with the foundation of the building there arose a problem with a residential space. Stated sizes of apartments did not match obtained in practice, so the developer has received a lot of negative feedback from shareholders again. The building project was calculated in several different programs and also was constantly adjusted. Inconsistency of design data led to this error.

Solving problems with the layout also didn't put an end to the list of troubles of the house at Balakovskaya Street. There was a problem with internal engineering networks, in particular, with the drainage system, which is formed in such a way as to somehow fit in the already built frame of the house. As a result, the first section of basement space is constantly flooded by sewage. This was due to the lack of coordination department planners and engineers involved in the internal engineering networks. It has caused numerous mismatches, which had to correct on site.

Construction time was delayed, and then came the economic crisis of 2008-2009. The developer changed the subcontractors, and with them the terms of the object commissioning date. Equity holders was offered to pay extra for roughing and finishing screed floor, and so during the construction was increased price of construction materials, and as using of the labor force was stretched in time it cost has also increased. In addition to delay the construction, such a situation has arisen because of incorrect accounting estimates materials needed for construction of the object. The construction of the house on Balakovskaya street in Samara still is not finished, and it is very difficult to predict what other troubles should wait for builders and shareholders.

"In order to avoid all these troubles, it was enough to organize the workflow on the building design stage", – expressed his opinion, one of the experts from Group of Companies Russian SAPR (Computer Aided Design). – "For this purpose can be applied the building information modelling, which allows you to analyze the object before the excavation will begin."

Building Information Modeling (Building Information Modelling – BIM) – is a special approach to construction, its equipment, maintenance and repairing, when everything related to it are treated as a single entity. The elements constituting an information model, not only provide a visual representation of the future of the building, but have all necessary architectural, technological, economic and other information with all of its relationships and dependencies.

If the contractor would take reasonable care for creation a model in one of the architectural CAD software, for example, Autodesk Revit Architecture, then at very beginning he would be

able to estimate correctly the time required to complete all works on the object, whereas in reality they were reduced by almost half. Such steps for exception of this error could prevent dissatisfaction and loss of trust shareholders. It was possible to perform the calculation of the foundation avoiding settlement problems with the help of software products that implement the BIM-technology. Since the information model takes into account all aspects of the behavior of the building, in reality, it is possible to analyze sagging soils, ground water, multi-layer base, and many other factors, which are very important for the exactly straight erection of the house.

"By using BIM the developer could also avoid the problems with the layout of apartments ", – said the expert of the Group of Companies Russian SAPR. – "A single model, which is in operation in adjacent units, supporting project documentation up to date, regardless of the changes. For the design analysis of structures is suitable Autodesk Revit Structure in pair with the calculated modulus Robot Structural Analysis Professional. Transfer of the results of calculations in the structure's models increases the coordination in working documentation. In this case the clients and subcontractors get real information about the object and its parameters. Thus, trust of your clients will be on your side, you shouldn't make excuses or be ashamed for false information."

This way also can be solved the problem of water damp. The same model should be re-used as in the design department and in the department of engineers for internal engineering networks. Revit MEP (a specialized solution for the design of building engineering systems) uses a model developed by architects and designers using Revit Architecture and Revit Structure. A check function for collisions allows excluding them already at the design stage. At the same time the probability of design errors are minimized through the use of a single model. As a result, commissioning date of the object is shortened and errors during installation are significantly reduced.

The information model will help to estimate the cost of the project. In the specialized software modules is provided the possibility of getting support materials list, which will be updated automatically according changes in finishing or floor space. This allows getting the actual bill of quantities for some or other materials in the construction at any one time.

Thus, the analysis of the various stages of construction and emerging challenges during the process shows us, that careful selection of the design reduces construction time, money and labor costs and, that is more important, a reputation of the developer does not suffer from, and the happy interest holders have more chances to move into comfortable and sturdy apartments in declared terms.

SAFETY STRUCTURAL FIRE LOAD AND COMPUTER MODELING

(p. 114, #3.11)
TEXT BY DR. LEO
RAZDOLSKY, LR STRUCTURAL
ENGINEERING INC., PROFESSOR
AT NORTHWESTERN UNIVERSITY,
EVANSTON, IL., USA
(Final Part. Beginning in #2)

FIELD MODEL [9],[10]

Major structural fires in high-rise buildings require a complete and thorough investigation. The analysis of failure modes is important in determining how the fire occurred and spread through the building structure. In such cases the research, experiments, theory and calculations are needed to confirm or deny a suggested fire scenario. Assessment of fire-hazard potential should involve more than just enclosure surface area and total fuel load in terms of mass of equivalent ordinary combustibles per unit area (in kg/m² or lbm/ft²). The arrangement of combustibles, their chemical composition, physical state, ease of ignition, rates of fire growth, and so on are all factors to be evaluated, in addition to room geometry and size, ventilation capability, and fire protection facilities. These issues are very important because different combustible materials, such as low-density fiberboard ceilings and plastic floor coverings, offer significant factors in fire development permitting a fire to spread to objects far from the origin of the fire. In such cases the field computer modeling is the most appropriate method of fire development investigation. Unlike the two-zone method the field method divides the fire compartment into thousands of zones (volumes) and the fundamental conservation equations governing fluid dynamics, heat transfer, and combustion are written for each small volume. In field modeling, computational demands are very large, and correct simulation ultimately depends on the empirical specification of things such as ignition, burning rates, fire spread, ventilation limitation, and so on. The differential equations are solved numerically by dividing the physical space where the fire is to be simulated into a large number of rectangular volumes. Within each "simple" volume the gas velocity, temperature, etc., are assumed to be uniform; changing only with time. From computational point of view the field models are using the "Finite Volume Method" (FVM). This method obviously has a very close relationship with the Finite Difference Method (FDM) and Finite Element Method (FEM). For detailed information about this correlation see [11]. At present time, field models are being developed and applied for the simulation of structural fires; smoke development; egress computations; identified detector response; fire endurance of structural elements

and systems etc. The rapidly growing number of new and improved (existing) field models has prompted to establish a website for an Updated International Survey of Computer Models (www.fire-modelsurvey.com). Similar to the two-zone models below is the current list of computer field models [10], obviously limited to simulations of structural fires only.

Similar to two-zone models review process, let's review now just the "FDS" model [13]. The conservation equations for mass, momentum and energy for a Newtonian fluid are used in this case.

03.03.01. Differential Equations for a Field Model [13].
Conservation of Mass

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho \vec{u} = \dot{m}_b''', \quad (17)$$

Conservation of Momentum (Newton's Second Law)

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{u}) + \nabla \cdot \rho \vec{u} \vec{u} + \nabla p = \rho \vec{g} + \vec{f}_b + \nabla \tau_{ij} \quad (18)$$

Transport of Sensible Enthalpy

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h_s) + \nabla \cdot \rho h_s \vec{u} = \frac{Dp}{Dt} + \dot{q}''' - \dot{q}_b'' - \dot{q}'' + \varepsilon \quad (19)$$

Equation of State for a Perfect Gas

$$p = \frac{\rho RT}{\bar{W}}, \quad (20)$$

This is a set of partial differential equations (six equations for six unknowns), all functions of three spatial coordinates (independent variables) and time: the density ρ , the three components of a velocity vector $u = [u; v; w]$, the temperature T , and the pressure p .

The sensible enthalpy h_s are a function of the temperature:

$$h_s(T) = \int_{T_0}^T c_p(T') dT', \quad (21)$$

Note, if $c_p = \text{const.}$, then $h_s = c_p(T - T_0)$, and equation (3.19) has the temperature "T" as an unknown function of three spatial coordinates and time. The term is the heat release rate per unit volume from a chemical reaction, and it can be expressed as function of temperature based on Arrhenius Law and the type of a chemical reaction.

The term represents the conductive and radiative heat fluxes:

$$\dot{q}'' = -k \nabla T - \sum_{\alpha} h_{s,\alpha} \rho D_{\alpha} \nabla Y_{\alpha} + \dot{q}_r'', \quad (22)$$

Where "k" is the thermal conductivity, and is the radiative heat flux that can be presented as a function of temperature based on Stefan-Boltzmann Law.

The term ε in the sensible enthalpy equation is known as the dissipation rate. It is the rate at which kinetic energy is transferred to thermal energy due to the viscosity of the fluid. This term is usually neglected because it is very

small relative to the heat release rate of the fire.

In the sensible enthalpy equation (3.19) the material derivative:

$$\frac{DP}{Dt} = \frac{\partial P}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla P, \quad (23)$$

For most compartment fire applications, pressure "P" changes very little with height or time, therefore can be neglected.

The main feature of the CFD model is the regime of flow with the low Mach number (low speed solver). This assumption allows eliminating compressibility effects that are connected with the acoustic wave's propagation.

The approximation has been made that the total pressure from (3.2) was broken up into two components: "background" component and a perturbation. In other words, the pressure within any "elementary" small zone volume was presented as a linear combination of its background component and the low speed flow-induced perturbation:

$$p(\vec{x}, t) = p_m(z, t) + \bar{p}(\vec{x}, t). \quad (24)$$

The background pressure is a function of the vertical special coordinate "z" (only!) and time. For most compartment fire applications, changes very little with height or time.

The equation of state (3.20) for any given "elementary" small zone volume ("m") can be approximated now as:

$$p = \frac{\rho RT}{\bar{W}}, \quad (25)$$

To summarize the effect of the main assumption in the FDS model (low speed flow) from computational point of view the NIST report [9] is stating the following: "The low Mach number assumption serves two purposes. First, the filtering of acoustic waves means that the time step in the numerical algorithm is bound only by the flow speed as opposed to the speed of sound, and second, the modified state equation leads to a reduction in the number of dependent variables in the system of equations by one".

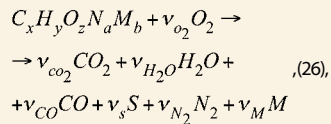
03.03.02 Combustion Model

The second major part of the CDS model is the mixture fraction combustion model that is defined by the ratio of a subset of species to the total mass present in the volume. The mixture fraction is a function $Z(x, t)$ of space and time and it varies between 0 and 1. If it can be assumed that the chemical reaction of fuel and oxygen occurs rapidly and completely, then the combustion process is referred to as "mixing-controlled." In many instances such as large open floor volumes, atriums etc., "mixed is burned" is a reasonable assumption. However, for some fire scenarios in small under-ventilated compartments where it cannot be assumed that fuel and oxygen react completely upon mixing, the "mixed is burned" model can not be accepted. In this case instead of solving a single transport equation for the mixture fraction Z , multiple transport equations are solved for components

TABLE 2. IDENTIFIED FIELD MODELS

Model	Country	Identifying Reference	Description
CFX	UK	[12]	General purpose CFD software, applicable to fire and explosions
FDS	US	[13]	Low Mach number CFD code specific to fire-related flows
FIRE	AUSTRALIA	[14]	CFD model with water sprays and coupled to solid/liquid phase fuel to predict burning rate and extinguishment
FLUENT	US	[15]	General purpose CFD software
JASMINE	UK	[16]	Field model for predicting consequences of fire to evaluate design issues (based on PHOENICS)
KAMELEON FireEx	NORWAY	[17]	CFD model for fire linked to a finite element code for thermal response of structures
KOBRA-3D	GERMANY	[18]	CFD for smoke spread and heat transfer in complex geometries
MEFE	PORTUGAL	[19]	CFD model for one or two compartments, includes time-response of thermocouples
PHOENICS	UK	[20]	Multipurpose CFD code (continued)
RMFIRE	CANADA	[21]	Two-dimensional field model for the transient calculation of smoke movement in room fires
SMARTFIRE	UK	[22]	Fire field model
SOFIE	UK/SWEDEN	[23]	Fire field model
SOLVENT	US	[24]	CFD model for smoke and heat transport in a tunnel
SPLASH	UK	[25]	Field model describing interaction of sprinkler sprays with fire gases
STAR-CD	UK	[26]	General purpose CFD software
UNDSAFE	US/JAPAN	[27]	Fire field model for use in open spaces, or in enclosures
ALOFT-FT	US	[28]	Smoke movement from large outdoor fires
FIRES-T3	US	[29]	Finite element heat transfer for 1-, 2-, or 3-D conduction
HSLAB	SWEDEN	[30]	Transient temperature development in a heated slab composed of one or several materials
LENAS	FRANCE	[31]	Mechanical behavior of steel structures exposed to fire

of the mixture fraction Z_a . Similar to a two-zone model, a single step instantaneous chemical reaction of fuel and oxygen is written as follows:



Where: ν_{O_2} ; ν_i etc. are stoichiometric coefficients; S – soot (mixture of carbon and hydrogen); M – average molecular weight of addition product species.

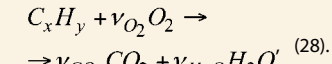
The mixture fraction “Z” satisfies the conservation equation:

$$\rho \frac{DZ}{Dt} = \nabla \cdot \rho D \nabla Z \quad (27)$$

It is assumed that combustion occurs so rapidly that the fuel and oxygen cannot co-exist, and both simultaneously vanish at a flame surface.

In previous versions of FDS the one-step, instantaneous reaction of fuel and oxygen was assumed. However, starting in version 5, a more generalized formulation has been implemented: a Single-Step Reaction, but with Local Extinction and the Two-Step Reaction with Extinction. There is a possibility to simplify the modeling of combustion process based on chemical kinetics theory. For example, as it is stated in [9]: “Thus, it is possible to implement a relatively simple set of one or more chemi-

cal reactions to model the combustion. Consider the reaction of oxygen and a hydrocarbon fuel



If this were modeled as a single-step reaction, the reaction rate would be given by the expression:

$$\frac{d[C_xH_y]}{dt} = -B[C_xH_y]^a [O_2]^b e^{-E/RT} \quad (29)$$

Suggested values of B, E, “a” and “b” for various hydrocarbon fuels are given in Refs. [32,33]. It should be understood that the implementation of any of these one-step reaction schemes is still very much a research exercise because it is not universally accepted that combustion phenomena can be represented by such a simple mechanism. Improved predictions of the heat release rate may be possible by considering a multi-step set of reactions”. This simplified approach however will be used in Chapter 04 for our approximate analysis and development of Structural Fire Load. The two-step model of a chemical reaction is needed in cases of the fuel-rich fire scenarios (under-ventilated fires), where soot and CO are produced at higher rates. The knowledge about soot and CO concentrations in a

compartment is very important from many other aspects of fire protection and safety as a whole, but it is a secondary issue with respect to Structural Fire Load only. Chemical kinetics deals with the experimental determination of reaction rates from which rate laws and rate constants are derived. The rate equation is a differential equation (3.29), and it can be integrated to obtain an integrated rate equation that links concentrations of reactants or products with time. Parameters “a” and “b” are the rate constants of a chemical reaction. Relatively simple rate laws exist for first- and second-order reactions, and can be derived for the consecutive reactions also. The Arrhenius equation has been used in the theory and practice of non-steady combustion and explosion very successfully for many years [34]; [35].

It is worthwhile also to underline here that the equation (3.27) is very similar to a regular equation of thermo-conductivity. The main difference is that the thermo diffusivity coefficient is substituted by the material diffusivity coefficient. This analogy will be used in chapter 04, where the similarity theory is used.

Summary
Any simulation of a real fire scenario involves specifying material properties for the walls, floor, ceiling, and furnishings.

Describing these materials in any field model is the most challenging task. Thermal properties such as conductivity, specific heat, density, and thickness can be found in various handbooks [36]; [37], or from bench-scale measurements. The burning behavior of materials at different heat fluxes is more difficult to describe, and the properties more difficult to obtain. NIST has recognized this and had identified the needed capabilities of a standard fire resistance test to support Performance-Based Structural Fire Engineering (PBSFE) [38]. These recommendations are intended to be applied to the entire range of fire resistive assemblies. The key issues in any CDS type applications are the verification and validation of the results. The difficulties connected with any computer field modeling of a fire scenario are described in [9] and they are as follows:” The difficulties revolve about three issues: First, there are an enormous number of possible fire scenarios to consider due to their accidental nature. Second, the physical insight and computing power required to perform all the necessary calculations for most fire scenarios are limited. Any fundamentally based study of fires must consider at least some aspects of bluff body aerodynamics, multi-phase flow, turbulent mixing and combustion, radiative transport, and conjugate heat transfer; all of which are active research areas in their own right. Finally, the “fuel” in most fires was never intended as such. Thus, the mathematical models and the data needed to characterize the degradation of the condensed phase materials that supply the fuel may not be available. Indeed, the mathematical modeling of the physical and chemical transformations of real materials as they burn is still in its infancy.

In order to make progress, the questions that are asked have to be greatly simplified. To begin with, instead of seeking a methodology that can be applied to all fire problems, we begin by looking at a few scenarios that seem to be most amenable to analysis. Hopefully, the methods developed to study these “simple” problems can be generalized over time so that more complex scenarios can be analyzed. Second, we must learn to live with idealized descriptions of fires and approximate solutions to our idealized equations”.

REFERENCES:

1. Society of Fire Protection Engineers Handbook – 4th Edition;
2. The Design Fire Tool OZone V2.0 – Theoretical Description and Validation On Experimental Fire Tests. J.F. Cadot, D. Pintea, J.M. Franssen. University of Liege, Belgium, December 1st, 2008;
3. Probabilistic Fire Simulator. Theory and User’s Manual. Simo Hostikka, Olavi Keski-Rahkonen & Timo Korhonen;
4. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport

(Version 6). NIST Special Publication 1026, May 2008 Revision;
5. EN 1363-2 (1999), Fire Resistance Tests – Part 2: Alternative and Additional Procedures, Brussels;
6. Heskestad, G., “Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment” in *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd Ed., National Fire Protection Association, 2002;
7. Drysdale, D., “An Introduction to Fire Dynamics,” John Wiley and Sons, New York, 1985;
8. Cooper, L.Y., “Calculation of the Flow Through a Horizontal Ceiling/Floor Vent,” National Institute of Standards and Technology, NISTIR 89-4052 (1989);
9. NIST Special Publication 1018-5. “Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide. Volume 1: Mathematical Model”. U.S. Department of Commerce November 11, 2008;
10. Olenick, Stephen M., and Carpenter, Douglas J., “An Updated International Survey of Computer Models for Fire and Smoke,” SFPE Journal of Fire Protection Engineering, 13 (2), 2003, p. 87-110;
11. Chung, T.J. «Computational Fluid Dynamics», Cambridge University Press, 2002 Computer fire modeling plays an important role in the overall fire protection engineering and building design engineering;
12. CFX-5 User Manual, AEA Technology, Harwell, UK, 2000;
13. McGrattan K. B. and Forney, G. P., Fire Dynamics Simulator – User’s Manual, NISTIR; 6469, National Institute of Standards and Technology, 2000;
14. Novozhilov, V., Harvie, D. J. E., Green, A. R. and Kent, J. H., “A Computational Fluid Dynamic Model of Fire Burning Rate and Extinction by Water Sprinkler,” Combustion Science and Technology, Vol. 123, No. 1–6, 1997, pp. 227–245;
15. Fluent/UNS and Rampant 4.2 User’s Guide, 1st Edn., 1997;
16. Cox, G. and Kumar, S., “Field Modelling of Fire in Forced Ventilated Enclosures,” Combustion Science and Technology, Vol. 52, No. 7, 1986;
17. Kameleon FireEx 99 User Manual, SINTEF Energy Research report TRF5119, Trondheim, Norway.
18. Schneider, V., WinKobra 4.6 – User’s Guide, I.S.T. Intefrierte Sischerheits-Technik GmbH, Germany;
19. Viegas, J. C. G., Seguranca Contra Incendios Em Edificios. Modelacao Matematica De; Incendios E Validacao Experimental (Fire Safety in Buildings, Mathematical Modelling of; Fire and Experimental Validation), Lisbon, Portugal: Instituto Superior Tecnico, Ph.D.Thesis, 1999;
20. PHOENICS User’s Guide, http://www.cham.co.uk/phoenics/d_polis/docs/tr326/tr326top.htm;
21. Hadjisophocleous, G. V. and Yakan, A. Computer Modeling of Compartment Fires, Internal Report No. 613, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, 1991;

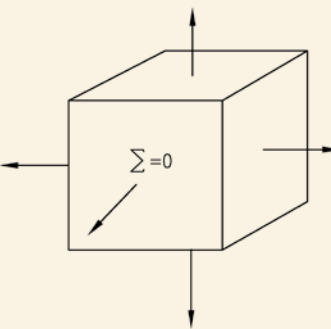


Figure 1. Simple mass balance

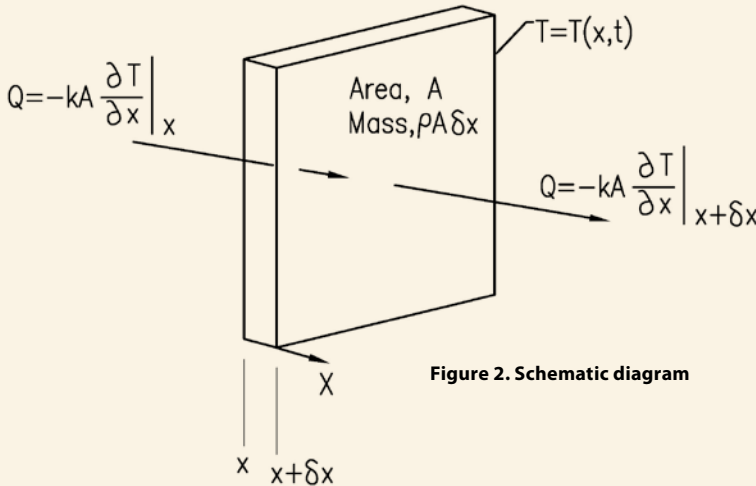


Figure 2. Schematic diagram

22. SMARTFIRE V2.0 User Guide and Technical Manual, Doc Rev 1.0, July 1998;
23. Rubini, P. A., “SOFIE – Simulation of Fires in Enclosures,” In: Proceedings of the 5th International Symposium on Fire Safety Science, 1997;
24. http://www.tunnelfire.com;
25. Gardiner, A. J., The Mathematical Modeling of the Interaction Between Sprinkler Sprays and the Thermally Buoyant Layers of Gases from Fires, South Bank Polytechnic, PhD Thesis, 1998 (now Under Development by FRS);
26. Star-CD V3.100A User Guide, Computational Dynamics Ltd., http://www.cd.co.uk;
27. Yang, K. T. and Chang, L. C., UNDSAFE-1: A Computer Code for Buoyant Flow in an Enclosure, NBS GCR 77-84, National Bureau of Standards (now National Institute of Standards and Technology), 1977;
28. McGrattan, K. B., Baum, H. R., Walton, W. D. and Trelles, J. J., Smoke Plume Trajectory from In Situ Burning of Crude Oil in Alaska – Field Experiments and Modeling of Complex Terrain, NISTIR 5958, National Institute of Standards and Technology, 1997;
29. Bresler, B., Iding, R. and Nizamuddin, Z., FIRES-T3: A Computer Program for the Fire Response of Structure-Thermal (Three-Dimensional Version), UCB FRG 77-15, University of California, Berkeley, NIST GCR 95-682, National Institute of Standards and Technology, 1996;
30. A User’s Guide for HSLAB: HSLAB – A Program for One-Dimensional Heat Flow Problems, FOA report C20827, National Defence Research Institute, Sweden, 1990;
31. Personal communication with Dr. Zhao Bin, Centre Technique Industriel de la Construction Me.tallique, France, binzhao@cticm.com;
32. Puri I.K. and Seshadri. K. Extinction of Diffusion Flames Burning Diluted Methane and Diluted Propane in Diluted Air. Combustion and Flame, 65:137–150, 1986. 29;
33. Westbrook C.K. and Dryer F. L. Simplified Reaction Mechanisms for the Oxidation of Hydrocarbon Fuels in Flames. Combustion Science and Technology, 27: 31–43, 1981. 29;
34. Frank-Kamenetskii, D. A., 1969. Diffusion and Heat Transfer in Chemical Kinetics. Plenum Press, New York;

35. Zeldovich, Ya.B., Barenblatt G. I., Librovich V. B.; and Makhviladze G. M., 1985. The mathematical theory of combustion and explosions. Consultants Bureau, New York;
36. Lewis B. and Von Elbe G.: “Combustion, Flames and Explosions of Gases”, Academic Press, Inc. N.Y. 1987;
37. John H. Lienhard IV and John H. Lienhard V, “Heat transfer textbook”, 3rd Edition. Phlogiston Press, Cambridge, MA, USA, 2008;
38. NIST GCR 07-910 “Fire Resistance Testing for Performance-based Fire Design of Buildings”. Final Report, Baltimore, MD, June 2007.

SAFETY
DIFFERENTIAL
EQUATIONS AND
ASSUMPTIONS
(p. 112)
TEXT BY DR. LEO RAZDOLSKY,
LR STRUCTURAL ENGINEERING INC.,
PROFESSOR AT NORTHWESTERN
UNIVERSITY, EVANSTON, IL., USA

DEFINITIONS AND CLASSIFICATIONS
Fire is a very complex chemical process influenced by many factors that affect its growth, spread, and development. Structural Fire Load establishment requires a basic understanding of the chemical and physical nature of fire. This includes information describing sources of heat energy, composition and characteristics of fuels, and environmental conditions necessary to sustain the combustion process. It is important first to define certain terms and conditions that will be used in this book, since some definitions differ from one source to another. For example, the definition of “flashover” in fire compartment (room) development has qualitative and quantitative differences in different reference sources. The “flashover” defined by different authors in the literature are as follows:

- [1]: “The transition from the fire growth period to the fully developed stage in the enclosure fire development.”
- [2]: “A dramatic event in a room fire

that rapidly leads to full room involvement; an event that can occur at a smoke temperature of 500 to 600 C°.”
[3]: “The transition from a localized fire to the general conflagration within the compartment when all fuel surfaces are burning”
The latest definition given by the NFPA 921-2004 [4] is as follows: “A transitional phase in the development of a compartment fire in which surfaces exposed to thermal radiation reach ignition temperature more or less simultaneously and fire spreads rapidly throughout the space resulting in full room involvement or total involvement of the compartment or enclosed area.”

It is important to underline here that the latest NFPA definition has a reference to thermal radiation as a main source of energy that creates the flashover conditions and as a consequence leads to the fully developed compartment fire. The design values of a Structural Fire Load in most practical cases are based on fully developed stage in the enclosure fire development, therefore simplification can be made in conservation energy equation with respect to other sources of energy, such as conduction and convection (see below). For all practical purposes in structural engineering analyses and design the Structural Fire Load is temperature-time function that is obtained from conservation of energy, mass and momentum equations. As it has been indicated in previous Chapter 02, this function is presented by a double-convex curve (see Figure 2.),therefore the “mathematical” definition of a flashover point could be done as follows: the point, where the curvature sign is changing (second derivation is 0 or first derivation is maximum at this point). First derivation of temperature with respect to time multiplied by specific heat and density is the Heat Release Rate (HRR). Therefore the definition of a flashover point could be stated also as a point on the temperature-time curve where HRR reaches the maximum.
Heat Release Rate (HRR) should not be confused with Heat of Combustion. The last one simply represents how much energy the fuel would release if completely consumed. HRR pertains

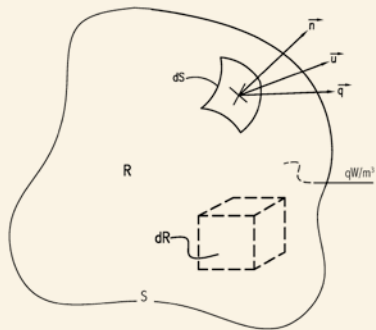


Figure 3. Control volumes in a heat-flow field

to the speed at which combustibles will burn. Therefore it can be computed as follows: HRR=mass burning rate (mass/time) multiplied by the heat of combustion (energy/mass). The dimension of HRR is kilowatt [kW]. Below are some other definitions that are needed in this chapter.

The diffusion flame process (fire) consists of three basic elements: fuel, oxygen, and heat. There are six elements of the life cycle and they are as follows: input heat, fuel, oxygen, proportioning, mixing, and ignition continuity. All of these elements are essential for both the initiation and continuation of the diffusion flame combustion process. For combustion to take place, solid or liquid materials must be heated sufficiently to produce vapors. The lowest temperature at which a solid or liquid material produces sufficient vapors to burn under laboratory conditions is known as the flashpoint. A few degrees above the flashpoint is the flame point, the temperature at which the fuel will continue to produce sufficient vapors to sustain a continuous flame. If the source of the heat is an open flame or spark, it is referred to as piloted ignition. In general terms, combustible means capable of burning, generally in air under normal conditions of ambient temperature and pressure, while flammable is defined as capable of burning with a flame.

The primary source of oxygen normally is the atmosphere, which contains approximately 20.8 percent oxygen. A concentration of at least 15 to 16 percent is needed for the continuation of flaming combustion, while charring or smoldering (pyrolysis) can occur with as little as 8 percent. Pyrolysis is defined as the transformation of a compound into one or more other substances by heat alone.

Mixing and proportioning are reactions that must be continuous in order for fire to continue to propagate. The fuel vapors and oxygen must be mixed in the correct proportions. Such mixture of fuel vapors and oxygen is said to be within the explosive limits or flammable limits. Explosive or flammable limits are expressed in the concentration (percentage) of fuel vapors in air. A mixture which contains fuel vapors in an amount less than necessary for ignition to occur is too lean, while a mixture which has too high a concentration of fuel

vapors is too rich. The lowest concentration that will burn is known as the Lower Explosive Limit (LEL), while the highest level is known as the Upper Explosive Limit (UEL).

For example, the explosive or flammable limits for propane are 2.15 (LEL) to 9.6 (UEL). This means that any mixture of propane and air between 2.15 percent and 9.6 percent will ignite if exposed to an open flame, spark, or other heat source equal to or greater than its ignition temperature, which is between 920° F (493.3° C) and 1,120° F (604.4° C). Another important characteristic of gases is vapor density—the weight of a volume of a given gas to an equal volume of dry air, where air is given a value of 1.0. A vapor density of less than 1.0 means that the gas is lighter than air and will tend to rise in a relatively calm atmosphere, while a vapor density of more than 1.0 means that the gas is heavier than air and will tend to sink to ground/floor level. NFPA 325–41 [5], contains an extensive listing of the flashpoints, ignition temperatures, flammable limits, vapor densities, and specific gravities of various materials.

Ignition continuity is the thermal feedback from the fire to the fuel. Heat is transferred by conduction, convection, radiation, and direct flame contact. Conduction is the transfer of heat by direct contact through a solid body. Fire can move from one compartment to another via heat conduction. Convection is the transfer of heat caused by changes in density of liquids and gases. It is the most common method of heat transfer; when liquids or gases are heated they become less dense and will expand and rise. Convection is the transfer of heat through the motion of heated matter, i.e., through the motion of smoke, hot air, heated gases produced by the fire, and flying embers. When it is confined (as in compartment), convected heat moves in predictable patterns. The fire produces lighter-than-air gases that rise toward high parts of the compartment. Heated air, which is lighter than cool air, also rises, as does the smoke produced by combustion. As these heated combustion products rise, cool air takes their place; the cool air is heated in turn and then also rises to the highest point it can reach. As the hot air and gases rise from the fire, they begin to cool; as they do, they drop down to be reheated and rise again. This is the *convection cycle*.

Transfer of heat by radiation is less commonly understood or appreciated than conduction or convection. Radiation is the transfer of heat by infrared radiation (heat waves, e.g., the sun) which generally is not visible to the naked eye. Heat radiation is the transfer of heat from a source across an intervening space; no material substance is involved. The heat travels outward from the fire in the same manner as light, that is, in straight lines. When it contacts a body, it is absorbed, reflected or transmitted. Absorbed heat increases the temperature of the absorbing body. Heat radiates in all directions unless it is

blocked. Radiant heat extends fire by heating combustible substances in its path, causing them to produce vapor, and then igniting the vapor. As hot gases from the flame rise into contact with additional fuel, the heat is transferred to the fuel by convection and radiation until the additional fuel begins to vaporize. The flames then will ignite these additional vapors. Heat is defined as a form of energy characterized by vibration of molecules and capable of initiating and supporting chemical changes. Fire gases include carbon monoxide, hydrogen cyanide, ammonia, hydrogen chloride, and acrolein. Flame is the luminous portion of burning gases or vapors. Smoke is the airborne particulate products of incomplete combustion, suspended in gases, vapors, or solid or liquid aerosols. Soot, black particles of carbon, is contained in smoke.

A fire in a room or defined space generally will progress through three predictable developmental stages. The first stage of fire development is the incipient stage (growth). This begins at the moment of ignition, and at this time the flames are localized. At this stage the fire is fuel regulated. That is, the fire propagation is regulated not by the available oxygen but by the configuration, mass, and geometry of the fuel itself. The oxygen content is within the normal range and normal ambient temperatures still exist. A plume of hot fire gases will begin to rise to the upper portions of the room. As convection causes the plume to raise it will draw additional oxygen into the bottom of the flames. Fire gases such as sulfur dioxide, carbon monoxide, and others will begin to accumulate in the room. If there is any solid fuel above the flame, both convection and direct flame contact will cause upward and outward fire spread, producing the characteristic «V» pattern charring on vertical surfaces.

Second is the free-burning stage (development). In this stage more fuel is being consumed, and the fire is intensifying. Flames have spread upward and outward from the initial point of origin by convection, conduction, and direct flame impingement. A hot, dense layer of smoke and fire gases is collecting at the upper levels of the room and is beginning to radiate heat downward. This upper layer of smoke and fire gases contains not only soot but also toxic gases such as carbon monoxide, hydrogen cyanide, hydrogen chloride, acrolein, and others. The fire continues to grow in intensity and the layer of soot and fire gases drops lower and lower. The soot and combustible gases continue to accumulate until one (or more) of the fuels reaches its ignition temperature. Rollover occurs when ignition of the upper layer results in fire extending across the compartment at its upper levels. This rollover causes the overhead temperature to increase at an even greater rate and also increases the heat being radiated downward into the compartment. Secondary

fires can and do result from the heat being generated. The fire is still fuel regulated at this time.

When the upper layer reaches a temperature of approximately 1,100° F (593.3° C), sufficient heat is generated to cause simultaneous ignition of all fuels in the room. This is called flashover. Once flashover has occurred, survival for more than a few seconds is impossible. Temperatures in the space will reach 2,000° F (1,093.3° C) or more at the overhead level down to over 1,000° F (593.3° C) at the floor. At the point of flashover the fire is still fuel regulated; however, if the fire stays confined to the compartment of origin it quickly becomes oxygen regulated. If the fire conditions provide free communication with the atmosphere outside the compartment, the unlimited supply of oxygen causes the fire to remain in the fuel regulated phase. As a general rule, once flashover has occurred full involvement of the compartment quickly follows. Flashover results in intense burning of the entire compartment and its contents. The length of time necessary for a fire to go from the incipient stage to flashover depends upon the fuel package, the compartment geometry, and ventilation.

If the fire has been contained to a compartment or space, and the oxygen level drops below 15 to 16 percent, open flaming combustion will stop even if unburned fuel is still present. At this point glowing combustion will take place; this is known as the smoldering stage (decay). High temperature and considerable quantities of soot and combustible fire gases have accumulated, and at this point the fire is oxygen regulated. The temperatures may exceed the ignition temperatures of the accumulated gases. If a source of oxygen is introduced in the area, the accumulated soot and fire gases may ignite with explosive force. This smoke explosion is known as a backdraft. The pressures generated by a backdraft are enough to cause significant structural damage and endanger the lives of firefighting personnel and bystanders. Backdrafts can take place in any enclosed space. The behavior of a fire in a corridor is affected by the same conditions as a room fire. The physical configuration of a corridor can cause the fire to spread rapidly, since the corridor will function as a horizontal chimney or flue. Rapid fire spread in a corridor can occur with normal materials providing the fuel load.

CONSERVATION ENERGY AND MASS EQUATIONS

The process of heat and mass transfer due to conduction or convection are similar to each other. Just the heat transfer due to radiation doesn't have the analogy in the mass transfer process. Since the heat and mass transfer are two similar processes, there is no need to analyze each of them separately. The differential equations that are describing the heat transfer in a fire compartment are similar to the

corresponding equations describing the mass transfer process. The heat flux resulting from thermal conduction is proportional to the magnitude gradient of the temperature and opposite to it in sign (based on Fourier's law):

$$\vec{q} = -k\nabla T, \quad (1)$$

Where:

K – The thermal conductivity that obviously must have the dimensions W/m²K or J/m²s*K in (1) (to be dimensionally correct).

q – The heat flux rate per unit area.

In one-dimensional heat conduction problem, it is convenient to write Fourier's law in simple scalar form:

$$q = k \frac{\Delta T}{d}, \quad (2)$$

Where “d” is the thickness in the direction if heat flow.

Since both quantities in (2) are positive, one must remember that “q” always flows from high to low temperatures.

Consider now a one-dimensional element (see Figure 2).

From Fourier's law applied at each side of the element:

$$Q_{\text{net}} = -kA \left[\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x+\delta x} - \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x-\delta x} \right] \delta x = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \delta x, \quad (3)$$

On the other hand from the First Law of Thermodynamics:

$$-Q_{\text{net}} = \frac{dU}{dt} = \rho cA \frac{d(T - T_{\text{ref}})}{dt} \delta x = \rho cA \frac{dT}{dt} \delta x, \quad (4)$$

Where “ρ” is the air density and “c” is its specific heat capacity. Equations (3) and (4) can be combining to give:

$$k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (5)$$

Let's extend now the analysis and allow the volume (see Figure 3) containing the gas to move with a field velocity $\vec{u}(u, v, w)$

In this case, natural convection case, the following approximations are made (all these approximations and assumptions are very similar to the assumptions made in “field” and “zone” models):

- The pressure and derivations of it in the flow are small and do not effect thermodynamic properties. The effect of “dp” on enthalpy, internal energy and density shall be neglected. This approximation is reasonable for gas flows moving at speeds less than about 1/3 the speed of sound. In case of fire the flame propagation is in a range of not more than 10 m/sec.
- The flow can be assumed as an incompressible, since the density changes are small. For such flows: $\nabla \cdot \vec{u} = 0$.
- All physical constants such as “c”; “k”; “v” etc. shall be assumed to be constant in combustion process, and the corresponding values shall be taken at the maximum gas temperature [6, 7].
- Potential and kinetic energy are

negligible in comparison to thermal energy changes.

- The viscous stresses do not dissipate enough energy to warm the fluid significantly.
- The speed of chemical reaction (the fuel burning process) has a major dependence from temperature and therefore follows the Arrhenius equation [7]:

$$k = Ae^{\frac{E}{RT}}, \quad (6)$$

Where A is the pre-exponential factor, E – activation energy and R is the ideal gas constant. The units of the pre-exponential factor are identical to those of the rate constant and will vary depending on the order of the reaction. If the reaction is first order it has the unit s⁻¹. In other words, k is the number of collisions which result in a reaction per second, “A” is the total number of collisions (leading to a reaction or not and, obviously, is a function of the reactant gas concentration) per second and $e^{-E/RT}$ is the probability that any given collision will result in a reaction. The activation energy is the energy barrier that the reactants must surmount in order to react. Therefore the activation energy is viewed as an energetic threshold for a fruitful reaction. Given the small temperature range in which kinetic studies are carried, it is reasonable to approximate the activation energy as being independent of the temperature. The Arrhenius equation can be converted to a different form by taking an “ln” of both sides of equation (6):

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{RT}, \quad (7)$$

This form of the Arrhenius equation is a straight line equation ($y=mx+b$), where $y=\ln k$ and $x=1/T$. The slope is $-E/R$ and the intercept is $\ln A$. Arrhenius equation (7) can be defined by just using rate constants at two temperatures, it would be more realistic and reliable to use at least three rate constants (preferably more) at three different temperatures and determine A and E using a statistical method. This relationship allows us to make some meaningful interpretations. We can determine the frequency of collisions, and the fraction of collisions that have the proper orientation for the reaction to occur. In other words, we can directly predict the energy of activation required for the activation. The most comprehensive source of information regarding activation energy, heat of combustion process, speed of chemical reaction, velocity of flame propagation etc. is contained in [8].

- Combustion model is presented by a chemical reaction with stoichiometric coefficients where individual gas species react according to specified Arrhenius equation. Based on ideal gas theory all three coefficients: thermo-diffusivity; material-diffusivity and kinematical viscosity is approximately equal ($\alpha=D=v$), therefore both processes, heat and mass transport, are similar and the differential equations are similar.

- Losses of heat due to thermal radiation (losses due to conduction and convection are assumed to be much smaller) are based on a given ventilation (openings) area and the Stefan-Boltzmann Law. The net radiation loss rate takes the form:

$$P = e\sigma A_s (T^4 - T_o^4) \quad (8)$$

Where:

e – emissivity factor;

σ – Stefan-Boltzmann constant

($\sigma=5.6703(10^{-8})\text{watt/m}^2\text{K}^4$);

T_o – ambient temperature;

A_v – area of openings.

To be continued

REFERENCES:

1. *Karlssohn, Bjorn and Quintiere, James G.*, Enclosure. Fire Dynamics, CRC Press LLC, Boca Raton, FL, 2000.
2. *Quintiere, James G.*; Principles of Fire Behavior, Delmar Publishers, Albany N.Y., 1998.
3. *Drysdale, Douglas*; An Introduction to Fire Dynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, England, 1999.
4. NFPA 921 – 2001, Guide for Fire and Explosion Investigations, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2001.
5. NFPA 325M, Manual on Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids, 1991 Ed. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
6. *Zeldovich, Ya.B., G.I. Barenblatt, V.B. Librovich and G.M. Makhviladze*, The mathematical theory of combustion and explosions. Consultants Bureau, New York, 1985.
7. *Frank-Kamenetskii, D.A.*, Diffusion and Heat Transfer in Chemical Kinetics. Plenum Press, New York, 1969.
8. *B. Lewis and G. Von Elbe*: Combustion, Flames and Explosions of Gases, Academic Press, Inc. N.Y. 1987.
9. *Laidler, Meiser and Sanctuary*; Physical Chemistry, 4th Edition, Houghton Mifflin, 2003.
10. *Acheson, D. J.* Elementary Fluid Dynamics. Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series. Oxford University Press, 1990.
11. *Batchelor, G.K.* An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 1967.
12. *John H. Lienhard IV and John H. Lienhard V*, Heat transfer textbook, 3rd Edition. Phlogiston Press, Cambridge, MA, USA, 2008.
13. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6). NIST Special Publication 1026 (May 2008 Revision).
14. *Atreya, A.*, Convection Heat Transfer, in The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed, National Fire Protection Association, 2002.
15. *D.N. Arnold, F. Brezzi, B. Cockburn and L.D. Marini*, Unified analysis of discontinuous Galerkin methods for elliptic problems, SIAM J. Numer. Anal. 39(5):1749-1779, 2002.
16. *J.S. Hesthaven and T. Warburton*, Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications. Springer Texts in Applied Mathematics 54. Springer Verlag, New York, 2008.



Founder
Skyline media, Ltd
featuring Gorproject CJSC
and
Vysotproject CJSC

Editorial Board:
Sergey Lakhman
Nadezhda Burkova
Yuri Sofronov
Petr Kryukov
Tatiana Pechenaya
Svyatoslav Dotsenko
Igor Kleshko
Elena Zaitseva
Alexander Borisov

General Director
Sergey Lakhman

Editor-in-Chief
Tatiana Nikulina

Executive Director
Sergey Sheleshnev

Translated by
Irina Amirejibi

Corrector of press
Alla Shugaykina

Contributions made by:
Marianna Maevskaya,
Elena Golubeva,
Alexey Lyubimkin,
Natalia Pavlova-Katkova

Advertising department
Tel/Fax: 545-2497

Distribution Department
Svetlana Bogomolova
Vladimir Nikonov
Tel./Fax: 545-2497

The address
15/28, Naberezhnaya Akademika
Tupoleva,
Moscow, Russia 105005

Tel./Fax: 545-2495/96/97 www.tallbuildings.ru
E-mail: info@tallbuildings.ru

All materials contained this issue are protected by Russian copyright law and may not be published without the prior publisher's permission and reference to it. Publisher is not liable for matters beyond its reasonable control.

Tall Buildings Magazine is registered in the Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communication and Cultural Heritage

Protection Registration № ФС77-25912 as of October 6, 2006.

The magazine is printed in the OJSC Moskovskaya Tipografiya No. 13 Open price Circulation: 5000