



Д. Б. ВЕРЕТЕННИКОВ
М. А. КОЗЛОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ШАГ К СОЗДАНИЮ «ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГОРОДОВ»

DESIGN AND CONSTRUCTION OF MULTIFUNCTIONAL
HIGH-RISE COMPLEXES AS A STAGE TO CREATION OF VERTICAL CITIES

В статье поднимается вопрос о необходимости создания комфортной жилой среды в современных мегаполисах путем строительства высотных многофункциональных комплексов, которые являются эффективным и рациональным средством повышения плотности городской застройки и среды в целом с одновременным созданием ее многоуровневости на единицу площади городской территории. В статье представлены примеры зарубежного и российского опыта строительства многоуровневых городских комплексов. Обращается внимание на то, что проектирование и строительство небоскребов неизбежно ведет к совершенствованию и развитию соответствующих технологий и компетенций. Говорится о том, что в результате совершенствования строительных технологий в будущем города будут способны производить более обширный спектр услуг как над поверхностью, так и в урбанизированном подземелье без больших потерь ресурсов самих городов и в пользу будущих поколений. Отмечается, что существует два противоположных, но всегда находящихся рядом друг с другом направления вертикального развития города (вверх и вниз).

Ключевые слова: городская среда, вертикальное зонирование, высотное строительство, многофункциональный комплекс, проектирование и строительство

Необходимость переустройства качества жизни в мегаполисах в наши дни является важной задачей для всего мира, в том числе и для России. Проиллюстрировать основные тренды развития городского пространства можно на

The article raises the question of comfortable living environment in modern megacities, by building high-rise multifunctional complexes, which are an effective and rational means of increasing the density of urban development and the environment as a whole, while creating its multi-level per unit area of urban territory. The article presents examples of foreign and Russian experience in the construction of multi-level urban complexes. Attention is drawn to the fact that the design and construction of skyscrapers inevitably leads to the improvement and development of relevant technologies and competencies. The improving of building technologies in future cities will be able to produce a wider range of services both above the surface and in the urbanized underground without large losses of the resources of the cities themselves and for the benefit of future generations. It is noted that there are two opposite directions of the vertical development of the city (horizontal and vertical).

Keywords: urban environment, vertical zoning, high-rise construction, multifunctional complex, design and construction

примере Сингапура, новый генеральный план которого был принят в 2019 г.

Историческое развитие мегаполисов привело к тому, что в их центрах сосредоточены головные офисы компаний, штаб-квартиры

фирм и другие важные объекты управления экономической, политической и культурной жизнью всего города. Городские территории, ориентированные на выполнение рабочих задач, сегодня повседневная реальность. Но для жителей скопление офисов, учреждений, автотранспорта в городских центрах скорее негативный фактор. Скрыть за фасадами культурно-развлекательных пространств и заведений интенсивную офисную жизнь – сегодня перво-степенная задача как для Сингапура, так и для большинства мегаполисов на планете.

Планировщики городской среды давно поняли, что объединение в одном здании или комплексе базового набора необходимых объектов, например пунктов питания, магазинов и офисов, позволяет решить множество проблем, таких как: растущую нагрузку на транспортную инфраструктуру, хаотичность человеко-потоков и других негативных последствий плотной планировочной структуры. В Сингапуре осмысление важности процессов вертикального зонирования началось несколько десятков лет назад и разрабатывается до сих пор, иногда воплощаясь в уникальных архитектурных решениях. Примером могут служить деловые центры, совмещенные с жилыми блоками со скверами на кровлях, предприятиями питания и торговыми комплексами [1] (рис. 1).

Оптимизация городских пространств в условиях дефицита свободных территорий стала в XXI в. важнейшей задачей градостроительства. Властями Сингапура идеи вертикального зонирования материализуются в полную силу, что выражается в увеличении этажности строящихся зданий при уменьшении площади застройки. Проекты многоэтажной административной и жилой застройки предусматривают создание самодостаточных экологических систем как внутри зданий, так и на их кровлях. Планомерный комплексный подход к инфраструктурному зонированию проектируемых высоток – важнейшая составляющая нового генерального плана Сингапура (рис. 2). В Азиатском регионе помимо Сингапура такие проекты успешно реализуются, например, в Гонконге, Шанхае. Поступательное развитие транспортных систем крупных городов только за счет их естественного прироста в условиях современных мегаполисов показывает свою несостоятельность. Механически удлинять существующие магистрали экономически невыгодно. Инновационные инженерно-строительные решения и комплексный подход к развитию системы транспорта как одного из составляющих планировочной структуры мегаполиса могут решить проблемы увеличивающегося трафика [1]. Интегрирование с застройкой транспорт-

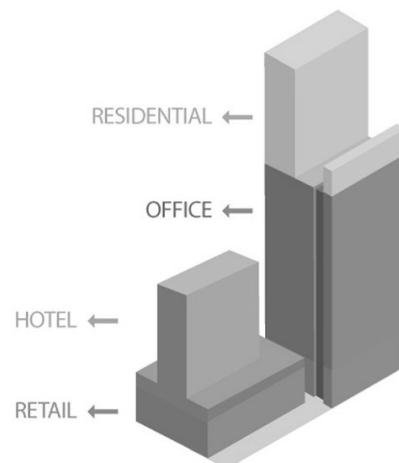


Рис. 1. Генеральный план Сингапура. Комплексное инфраструктурное зонирование

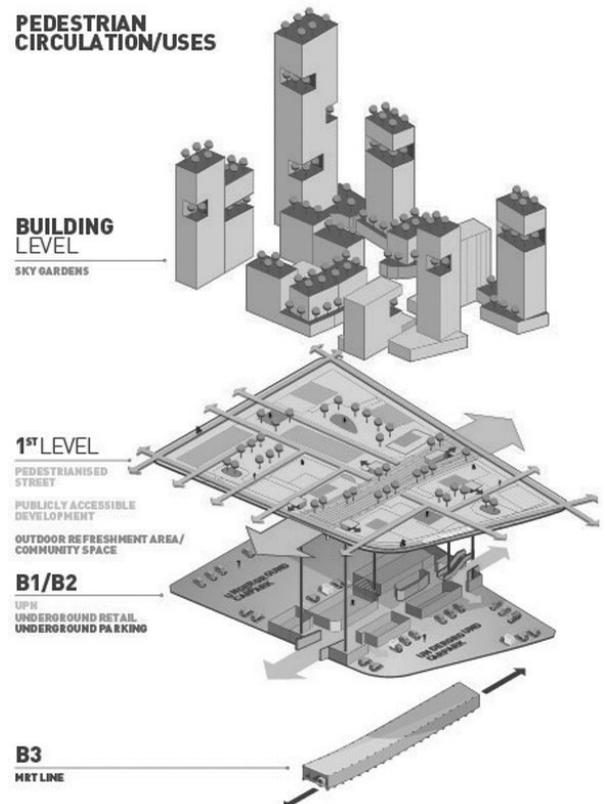


Рис. 2. Генеральный план Сингапура. Схема вертикального зонирования

ных сетей может стать решением самых сложных транспортных проблем города (рис. 3).

Пешеходно-транспортные сети, связывающие застройку, станции метро и другие объекты, призваны изолировать пешеходные потоки от автомобильного трафика, замкнув на себя

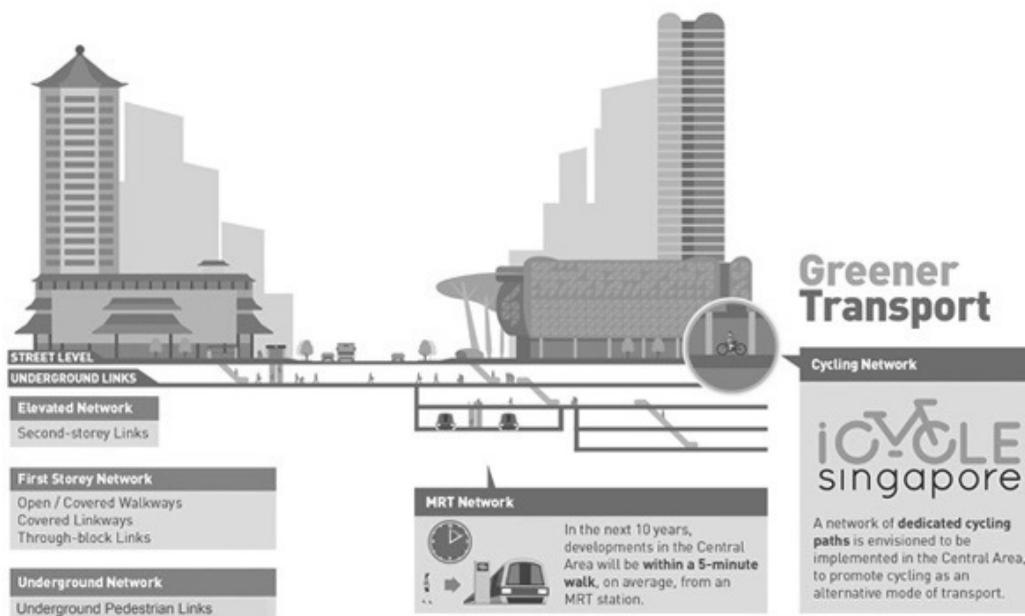


Рис. 3. Генеральный план Сингапура. Схема интеграции транспортных сетей

значительные территории, которые возможно будет преодолеть по выделенным пешеходным маршрутам [1].

Внедрение альтернативных источников энергии прописано не только в генеральном плане Сингапура, но также во многих мегаполисах мира. Практически везде предусмотрено создание рекреационных зон, свободных от транспорта, которым отведена роль «кислородных кладовых». Городам будущего необходимо быть энергетически независимыми, используя энергию из возобновляемых источников: солнечного света, ветра, приливной и геотермальной энергии, а также иметь развитое сельское хозяйство на вертикальных фермах высотных зданий.

По итогам мирового архитектурного биенале, состоявшегося 4–6 ноября 2015 г. в Сингапуре, лучшим высотным комплексом 2015 г. в мире эксперты признали «вертикальную деревню» – Interlace [2] (рис. 4). Это большой жилой комплекс, запроектированный на основе шестигранной сетки, объединяющей в единую систему шестиэтажные жилые блоки, опирающиеся друг на друга. Многочисленные каскады садов, частные и общественные террасы на кровлях блоков, мостики и переходы между отдельными жилыми блоками, с пышной растительностью, создают впечатление присутствия в «вертикальной деревне», отчего комплекс и получил соответствующее название (рис. 5).

Идея проекта «вертикальной деревни», разработанного немецким архитектором Оле Шереном, заключалась в формировании вертикальной структуры с элементами деревенского

стиля, в новом осмыслении обустройства жизненного пространства людей как индивидуального, так и общественного назначения [3].

В результате строительства «вертикальная деревня» сочетает в себе комфорт и высокотехнологичность, не имеющие аналогов в мире. Инженеры, исходя из траектории движения Солнца, разработали системы охлаждения и остекления с наивысшими показателями эффективности. Шестигранная композиция жилого комплекса создает идеальные условия естественной вентиляции. Теннисные корты, бассейны и другие водоемы, сады на кровлях, геопластика поверхностей и общественные форумы демонстрируют, каким может быть идеальный современный жилой комплекс [4].

Недостаток свободных для застройки территорий в современных мегаполисах вынуждает градостроителей и архитекторов вести постоянный поиск новых градостроительных концепций. Оригинальную идею в 2010 г. предложила архитектурная компания BNKR Arquitectura из Мехико, представив проект «подземного небоскреба» – Earthscraper.

Рост населения в крупных и крупнейших городах, недостаток свободных площадок для строительства, стремительный прирост транспортных сетей приводят к необходимости разрабатывать и строить новые коммерческие и общественные объекты ниже уровня земли. Самыми востребованными сегодня становятся проекты для строительства в центральных районах крупных мегаполисов, где сосредоточены основные достопримечатель-



Рис. 4. Сингапур. Общий вид «вертикальной деревни» – Interlace



Рис. 5. Сингапур. Озеленение «вертикальной деревни» – Interlace

ности и большое количество престижной недвижимости [5].

Современная горнопроходческая и строительная техника допускает выполнение широкого спектра подземных работ в непосред-

ственной близости от существующих построек или под ними, что существенно снижает риск разрушения исторических зданий и открывает широкие перспективы для строительства новых веток метрополитенов, подземных тор-

говых центров и других аналогичных объектов. По мнению экспертного сообщества, до практической реализации фантастических на сегодня подземных сооружений остался лишь небольшой шаг. Как показал проект «обратного небоскреба» в Мехико, мощный потенциал современных технологий подземного строительства не следует недооценивать.

В плотной застройке исторического центра Мехико местные законы запрещают возводить здания высотой более восьми этажей. Причиной запрета служит не только необходимость обеспечения сохранности малоэтажной исторической среды, но и из-за высокой сейсмической активности региона и неустойчивых грунтов, так как раньше на месте Мехико было огромное озеро. Типичные проблемы с плотной застройкой в Мехико и постоянно растущий спрос на коммерческие объекты способствовали поиску новых проектно-строительных решений. Автором революционной идеи перевернутого небоскреба является мексиканский архитектор Эстебан Суарез. Необычный проект офисного центра, Earthscraper (землескреб) совмещает новейшие тенденции в проектировании и строительстве подземных сооружений. Объемно-планировочный комплекс представляет собой перевернутую пирамиду, уходящую острием в глубину земли на 65 этажей [6].

Согласно опубликованным данным, землескреб планируется заглубить в землю на 300 м. Верхний наружный элемент конструкции запроектирован в границах квадратного участка размерами 240x240 м на главной площади Мехико, полностью закрытый интегрированным ударопрочным армированным стеклянным покрытием. Для обеспечения естественной освещенности всю центральную часть землескреба-пирамиды занимает сужающийся открытый атриум, благодаря которому дневной свет проникает внутрь сооружения. На каждом этаже запроектирован периметральный открытый атриум, окруженный полосой зеленых насаждений и пешеходным пространством, предназначенным для размещения кафе и свободного перемещения посетителей. Коммерческие площади под офисы и магазины предусмотрены ближе к внешним стенам землескреба.

По информации представителей BNKR Arquitectura, главной проблемой при осуществлении проекта станет устройство противofильтрационных экранов, защищающих наружные стены землескреба от грунтовых вод, так как на глубине более 100 м пролегают мощные водоносные слои, образующие подземное озеро под Мехико. Это обстоятельство, наряду с повышенной сейсмоопасностью, является главной технической проблемой. Однако со-

временные технологии уже сейчас позволяют сооружать надежные преграды для подземных вод. По прогнозам, подступающую к зданию воду удастся не только остановить, но и задействовать для получения «зеленой» энергии для нужд землескреба [6].

Для создания внешней оболочки сооружения предполагается использовать испанскую технологию строительства метрополитена, основанную на применении конструкций «стена в грунте». Данная методика успешно применяется для строительства транспортных объектов по всему миру, в России в том числе. Так, в 2013 г. испанская компания Bustren PM, строившая мадридское метро, выиграла тендер на строительство новых станций Московского метрополитена.

Возведенные по испанской технологии подземные станции обычно имеют два уровня (рис. 6). При этом основной инновацией выступает применение противofильтрационных «стен в грунте», способствующих значительному ускорению строительства объекта [6]. В зависимости от типа горных пород для «стен в грунте» используются либо буронабивные сваи, либо бетонные стены по технологии струйной цементации Jet Grouting, или же традиционный метод создания траншейной завесы, когда грейфер производит выемку грунта до необходимой глубины и в траншею вводятся армокаркасы. После этого через бетонолитные трубы подается бетон определенной марки. Дополнительное усиление «стен в грунте» обеспечивают армокаркасы и обсадные трубы для буронабивных свай, позволяющие максимально повысить несущую способность противofильтрационного сооружения.

По данной технологии, обычно на первой стадии строительства, контур будущего объекта опоясывается армированными противofильтрационными завесами, которые собственно и являются внешними стенами будущего сооружения. Эти завесы выполняются путем бурения или выемки грунта с последующим заполнением вертикальных траншей бетоном, что позволяет избежать выемку котлована целиком. Получившаяся коробчатая конструкция покрывается железобетонной плитой, затем все работы проводятся только под землей. После извлечения грунта в пространстве между стенами станции поэтапно монтируются уровни подземного сооружения. Горизонтальные элементы (основание и перекрытие) этажей выполняют функцию внутренних распорок для стен сооружения (станций метро). Помимо высокой скорости строительно-монтажных работ, достоинством рассмотренной технологии является минимальное количество неудобств



Рис. 6. Двухуровневая станция метрополитена, построенная по испанской технологии. Мехико

для жителей окружающих стройплощадку зданий. Бурение под сваи, как и выемка грунта, выполняется в сжатые сроки. При этом работающее современное оборудование производит невысокий уровень шумового фона, достаточно приемлемый для мегаполиса.

Особенностью станций мексиканской подземки является то, что они имеют два невысоких основных уровня и один технический уровень, а землескреб в Мехико насчитывает более 60 подземных этажей. Предварительные расчеты показали, что уже на небольшой глубине сопротивление будет испытывать огромное давление окружающего грунта. Учитывая, что большая часть внутреннего пространства здания представляет собой открытый атриум, в качестве распорок для усиления всей конструкции в проекте используются только внутренние перекрытия и внешний каркас из металла и бетона.

Эксперты указывают на затруднения в процессе строительных работ из-за пирамидальной формы здания. Для устройства его внешних стен бурение под сваи или выемку грунта необходимо будет производить под уклоном. Бурение под углом буронабивных свай является распространенной технологией, тогда как технология выемки наклонных траншей большой глубины пока до конца не отработана. Из-

за значительного уклона траншей риск обвала грунта будет очень велик даже при использовании укрепляющего раствора. Альтернативный метод устройства «стен в грунте» (струйная цементация Jet Grouting) в данном случае не может быть использована как основная технология из-за недостаточной несущей способности грунтоцемента. Но при непрерывном развитии инновационных строительных технологий эта проблема рано или поздно будет решена.

Высотное строительство – направление, которое стало активно развиваться в России не так давно. Большинство применяемых технологий и методов строительства отработаны и апробированы на практике. Однако рыночная конкуренция вынуждает искать новые, более эффективные, быстрые и экономичные решения. Новации в основном поступают в Россию из-за рубежа. Их правообладателями являются международные строительные компании. В нашей стране новые строительные технологии высотного строительства широко применяются при возведении крупных социально значимых объектов или при реализации нестандартных проектов. Уникальные технологии российские строители все чаще используют в массовом строительстве. Инновации постепенно входят в массовую практику строительства. Одним из

наиболее весомых примеров современного российского монолитного высотного строительства является деловой комплекс «Москва-Сити» (рис. 7). Воплотить в жизнь такой масштабный проект без инновационных технологий было бы невозможно. Например в одном из уникальных объектов этого комплекса – башне «Меркурий», чтобы достичь отметки 338,8 м, пришлось применить сразу несколько инновационных решений, в частности технологию преднапряжения бетона [7].

Технология преднапряжения бетона позволяет значительно понизить общий вес конструкций, одновременно повысив их прочность. Благодаря этой технологии пролет между колоннами можно увеличить более чем в два раза, уменьшить толщину перекрытий на 20 % и сократить расход бетона на 25 %. Основа данного метода состоит в том, что арматура из высокопрочной стали перед заливкой бетона натягивается гидравлическими или винтовыми домкратами (или комбинацией данных механизмов). После схватывания бетона домкраты ослабляются и сила предварительного натяжения передаётся застывающему бетону, сжимая его. В процессе эксплуатации здания «остаточное сжатие» не дает произойти деформациям от растяжения, которым недостаточно

противостоят обычные бетонные конструкции. Повышение показателей «выносливости» монолитных элементов позволяют проектировщикам создавать большие пролеты бетонных конструкций без промежуточных опор [8].

Инновационная технология также была применена при возведении башни «Россия», имеющей множество подземных этажей, уходящих вглубь земли на 56 м. Технология Up&Down используется при производстве работ в глубоких котлованах, грунт из которых удаляется постепенно, по мере возведения перекрытий подземных ярусов [8]. Данная технология позволяет одновременно и достаточно быстро возводить подземную и надземную части зданий. Благодаря технологии Up&Down в условиях городского строительства становится возможным существенно сократить сроки возведения зданий, так как процесс идет вниз и вверх одновременно. Нет необходимости ждать окончания строительства ниже нулевой отметки. Сегодня технология Up&Down все чаще применяется не только на «уникальных» объектах, таких как «Москва-Сити», но и на традиционных стройках во многих крупных городах России. Как правило, это оптимальная технология при осуществлении «уплотнительной» застройки.



Рис. 7. «Москва-Сити»

При возведении высотных зданий, особенно в центрах городов, возникает необходимость минимизировать использование тяжелой строительной техники. Обычные башенные краны оказываются гораздо ниже строящегося высотного здания, с их помощью становится невозможным подавать бетон или другие строительные материалы для строительства верхних этажей. В связи с этим еще одним новым технологическим решением, примененным при строительстве комплекса «Москва-Сити», стали мощные бетононасосы [8]. Для подачи бетонной смеси на высоту использовались насосы САНИЗ, осуществляющие подъем бетона марки В90 с крайне низкой текучестью. Бетонирование велось круглогодично, даже при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Техника, сконструированная для российских условий, справилась с задачей.

Московский международный деловой центр «Москва-Сити» – это один из самых масштабных градостроительных проектов, которые реализуются в России в последние десятилетия. Небоскребы на Пресненской набережной занимают территорию площадью 60 га. Завершено строительство небоскребов «Око», «Эволюция», «Башня 2000», «Башня на набережной», «Евразия», башен «Запад» и «Восток» делового комплекса «Федерация», «Город Столиц», «Меркурий». Также введены в строй деловой комплекс «Империя» и бизнес-центр «Северная Башня», мост «Багратион», гостиница «Новотель» и торгово-развлекательный комплекс «Афимолл–Сити». Закончено возведение комплекса «IQ-квартал».

Рядом с Третьим транспортным кольцом строится основной транспортно-пересадочный

узел комплекса «Москва-Сити» – IQ-quarter (ТПУ «Сити»). Непосредственно ТПУ «Сити» расположен в 7-этажной подземной части [9]. На -7 уровне проходит Калининско–Солнцевская линия метрополитена (участок до «Парка Победы» открыт в январе 2014 г.), а также линии Третьего Пересадочного Контура, открытие которого состоялось в 2016 г. (рис. 8).

В многоуровневых переходах между башнями организованы дополнительные офисные помещения, а на их крышах расположены видовые площадки и зоны отдыха. Проекты, подобные «Москва-Сити», нужны большим городам: они способствуют всестороннему росту, создают большое количество рабочих мест, инвестиций, дают толчок развитию транспортной инфраструктуры на прилегающей территории, закладывают основу полицентричности мегаполисов.

Высотные комплексы также являются имиджевой составляющей современного города.

За пределами столицы небоскребы строятся не так активно и всего в нескольких городах: Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Грозном и некоторых других. На Урале можно отметить башню «Исеть», которая входит во вторую десятку самых высоких зданий страны (52 этажа), небоскреб «Высоцкий» (54 этажа), торгово-деловой центр «Свердловск» (37 этажей и 151 м по шпилью, пока не функционирует), ЖК «Февральская революция» (42 этажа), деловой дом «Демидов» (34 этажа). В Грозном тоже есть свой «Манхэттен» – «Грозный-Сити», состоящий из семи высотных зданий – 40, 30, 28 и 18 этажей. Но планы у Чеченской Республики грандиозные: уже в следующем году здесь должно появ-

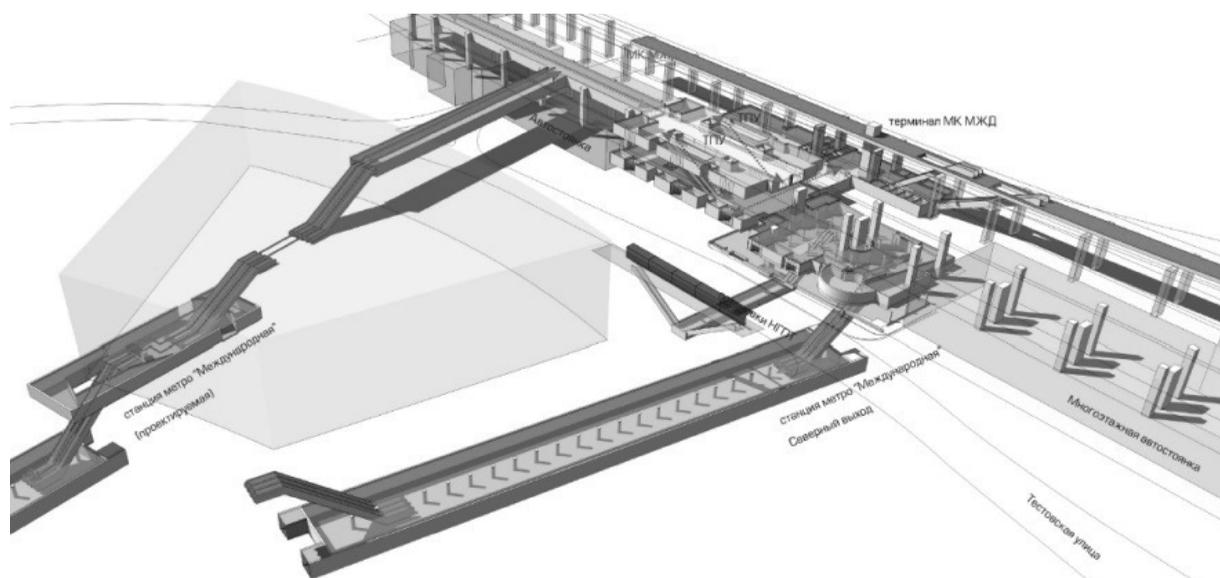


Рис. 8. Схема функционально-планировочного решения ТПУ «Сити»

виться первое в России строение более чем на 100 этажей (если точнее – на 102). Им станет многофункциональный высотный комплекс «Ахмат-Тауэр» высотой 435 м.

Консервативный и строгий Санкт-Петербург к высотному строительству никогда не тяготел, но именно здесь в 2019 г. появилось самое высокое офисное здание России и Европы – «Лахта-центр» [10]. Его высота составляет 462 м по шпилю, этажность 87 этажей (рис. 9).

В ряде регионов России из-за климатических условий строить небоскребы экономически нецелесообразно. Высотное строительство,

безусловно, будет присутствовать, но стоит учитывать дефицит ликвидных площадок для строительства и постоянно увеличивающуюся их стоимость. Во всем мире идет поиск решений, которые помогут снизить затраты на обслуживание высотных зданий, заметна тенденция на повышение энергоэффективности. Архитекторы, инженеры и дизайнеры стараются объединить с рациональными конструктивными решениями безопасность, эстетику и комфорт. Проектирование и строительство небоскребов неизбежно ведет к совершенствованию и развитию соответствующих технологий и компетенций.



Рис. 9. «Лахта-центр», Санкт-Петербург

Вывод. В результате совершенствования строительных технологий, в будущем города будут способны производить более обширный спектр услуг как над поверхностью, так и в урбанизированном подземелье без больших потерь ресурсов самих городов и в пользу будущих поколений. Два противоположных, но всегда находящихся рядом друг с другом направления вертикального развития города (вверх и вниз) кардинально различаются лишь в одном параметре:

Развитие «вверх» обогащает жилой фонд, позволяет размещать квартиры в вертикальном порядке.

Развитие «вниз» связано с тем, что жилье, оставаясь главным элементом города, может

быть избавлено от всего того, что является по отношению к нему дополнительным, второстепенным. Понятие «современный город» уже не может не учитывать строительного потенциала подземных пространств – речь может идти лишь о деталях, о том или ином способе или направлении строительства как об одном из условий достижения большей свободы архитектурно-пространственных решений «вертикального города».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Planning Singapore: The Experimental City / Stephen Hamnett, Belinda Yuen (eds). London: Routledge, 2019.

2. <https://archi.ru/projects/world/3368/zhiloi-massiv-interlace>.
3. <https://archi.ru/world/65971/waf-2015-luchshee>.
4. <https://archi.ru/world/56235/zhiloi-organizm>.
5. Веретенников Д.Б. Архитектурное проектирование. Подземная урбанистика. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. 176 с.
6. The Earthscraper. BNKR Arquitectura / Alison Furuto — Режим доступа: https://www.archdaily.com/156357/the-earthscraper-bnkr-arquitectura?from=artide_lmk. (accessed 17 September 2022)
7. <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/moskva-siti-vysokie-perspektivy>.
8. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва-Сити») / С.А. Синенко, Эммин Эриширгил, П.Г. Грабовый, Ю.А. Вильман, К.П. Грабовый // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 165–169.
9. Материалы «Международной конференции «Высокий мир. Москва-Сити. Перспективы развития», прошедшая 22 апреля 2014 г. в башне «Федерация» ММДЦ «Москва-Сити». <https://archi.ru/projects/russia/7202/lakhta-centr/>.
4. Available at: <https://archi.ru/world/56235/zhiloi-organizm>. (accessed 17 September 2022)
5. Veretennikov D.B. *Arhitekturnoe proektirovanie. Podzemnaja urbanistika* [Architectural design. Underground urbanism]. Moscow, FORUM: INFRA Publ, 2015. 176 p.
6. The Earthscraper. BNKR Arquitectura / Alison Furuto. Available at: https://www.archdaily.com/156357/the-earthscraper-bnkr-arquitectura?from=artide_lmk. (accessed 17 September 2022)
7. Available at: <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/moskva-siti-vysokie-perspektivy>. (accessed 17 September 2022)
8. Sinenko S.A., Erishirgil Emmin, Grabovy P.G., Vilman Yu.A., Grabovy K.P. Experience in the application of new technologies in the construction of modern buildings and structures (on the example of the Moscow-City MMDC complex). *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2012, no 4, pp. 165–169. (in Russian)
9. *Materialy «Mezhdunarodnoj konferencii «Vysokij mir. Moskva-Siti. Perspektivy razvitiya», proshedshaja 22 aprelya 2014 v bashne «Federacija» MMDC «Moskva-Siti»* [Materials of the “International Conference “High World. Moscow City. Development Prospects”, held on April 22, 2014 in the Federation Tower of the Moscow-City MMDC]. Available at: <https://archi.ru/projects/russia/7202/lakhta-centr/>. (accessed 17 September 2022)

REFERENCES

1. Planning Singapore: The Experimental City / Stephen Hamnett, Belinda Yuen (eds). London, Routledge, 2019.
2. Available at: <https://archi.ru/projects/world/3368/zhiloi-massiv-interlace>. (accessed 17 September 2022)
3. Available at: <https://archi.ru/world/65971/waf-2015-luchshee>. (accessed 17 September 2022)

Об авторах:

ВЕРЕТЕННИКОВ Дмитрий Борисович

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры градостроительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: dbv3@yandex.ru

КОЗЛОВА Марина Анатольевна

магистрант кафедры градостроительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: marino4ka004@gmail.com

VERETENNIKOV Dmitrii

PhD in Architecture, Associate Professor of the Urban Planning Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, . Molodogvardeyskaya str, 244 E-mail: dbv3@yandex.ru

KOZLOVA Marina Anatolievna

Undergraduate Student of the Urban Planning Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str, 244 E-mail: marino4ka004@gmail.com

Для цитирования: Веретенников Д.Б., Козлова М.А. Проектирование и строительство многофункциональных высотных комплексов как шаг к созданию «вертикальных городов» // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 162–171. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.20.

For citation: Veretennikov D.B., Kozlova M.A. Design and Construction of Multifunctional High-Rise Complexes as a Stage to Creation of Vertical Cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 162–171. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.20.