

DOI: 10.34031/article_5da4538a5391f9.46809256

Серебрякова М.В.Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет**Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26***E-mail: smv2312@mail.ru*

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ ИНСОЛЯЦИИ И СОЛНЦЕЗАЩИТЫ

Аннотация. В статье обозначены проблемы развития крупных городов в России и зарубежных странах, связанные с дефицитом земельных участков на территориях крупных городов для реализации новых инвестиционно-строительных проектов. В связи с чем перед современными архитекторами и градостроителями возникают сложные задачи, связанные с размещением новых объектов недвижимости в сложившейся городской застройке на ограниченных по площади земельных участках. Новые здания должны соответствовать требованиям инсоляции, при этом территории, прилегающие к новым и существующим зданиям, также должны быть обеспечены необходимым солнечным излучением. В статье выполнен анализ зарубежного опыта реализации инвестиционно-строительных проектов зданий различного функционального назначения с учётом требований инсоляции и солнцезащиты, выполнен анализ объёмно-планировочных решений зданий, наиболее интересных с точки зрения проектирования инсоляции. Дается описание современных технических приёмов и инновационных решений, реализуемых зарубежными архитекторами в процессе проектирования инсоляции зданий. Даны рекомендации по применению программного обеспечения российских и зарубежных производителей. Акцентировано внимание российских архитекторов о необходимости моделирования инсоляции на начальном этапе реализации инвестиционно-строительного проекта. Обозначена роль архитектора при создании архитектурной концепции здания и её влияние на последующие этапы развития инвестиционно-строительного проекта.

Ключевые слова: зарубежный опыт, инвестиционно-строительный проект, инсоляция, солнцезащита зданий, архитектурная концепция, проектирование.

Введение. За последние десятилетия архитектура современных городов значительно изменилась и продолжает меняться.

Территории крупных городов освобождаются от ветхой и малоэтажной застройки, а также старых промышленных предприятий, на их месте реализуются современные многоэтажные здания и комплексы, а в существующих кварталах сложившейся застройкой реализуются точечные объекты недвижимости [1].

Значительная миграция населения из пригородов в крупные города вызывает увеличение плотности населения, в связи с чем для строительства новых объектов недвижимости остаётся все меньше земельных участков, свободных от застройки.

В условиях ограниченности земельных ресурсов и повышенной их стоимости девелоперским компаниям приходится решать проблемы, связанные с повышением эффективности инвестиционно-строительных проектов за счёт увеличения этажности зданий. При этом земельный участок, выделяемый под размещение нового здания, как правило, ограничен по площади, в связи с чем, всё чаще реализуются многоэтажные высотные здания.

Архитектура современных жилых и общественных зданий приобретает новые черты: помимо того, что увеличивается этажность, также

изменяется геометрическая форма зданий и объёмно-пространственные решения застройки кварталов, а современная отделка фасадов придаёт возведенным зданиям новый современный облик.

Для районов с умеренным климатом увеличение этажности зданий создаёт проблемы с обеспечением нормативного уровня инсоляции существующих зданий окружающей застройки и прилегающих территорий [2].

В южных районах с жарким климатом увеличение этажности зданий незначительно сказывается на инсоляции окружающей застройки, но в этом случае приходится решать задачи, связанные с защитой фасадов зданий от чрезмерного перегрева и устройством солнцезащитных элементов [3].

Аналогичные тенденции и проблемы развития современных городов свойственны зарубежным странам.

В практике зарубежного строительства успешно реализуются проекты зданий, расположенные в сложившейся городской застройке. В процессе создания проектов зарубежные архитекторы уделяют большое значение проблемам инсоляции зданий и через поиск нескольких вариантов проектных решений определяют такую

геометрическую форму здания, при которой достигаются наиболее комфортные условия инсоляции зданий и прилегающих территорий.

В практике зарубежного проектирования достаточно давно и успешно применяются методы трёхмерного моделирования инсоляции и солнцезащиты зданий с использованием современных компьютерных программ, таких как: Autodesk Project Vasari, Archicad, Autodesk Revit, Rhinoceros и аналогичных.

Средствами компьютерного моделирования на этапе создания архитектурной концепции проекта анализируются различные варианты геометрической пространственной формы одно и того же здания с использованием траектории движения солнечных лучей.

Методами трёхмерного моделирования определяется площадь поверхности фасада для размещения солнцезащитных устройств, определяются эффективные углы наклона фасадных панелей для установки солнечных батарей [4].

Результаты трёхмерного моделирования инсоляции могут значительно повлиять на конфигурацию здания, его этажность, увеличить или уменьшить объём всего здания или отдельных элементов [4].

Рассмотрим некоторые примеры успешно реализованных зарубежных проектов, при создании которых архитекторам удалось расположить здания в окружающей застройке без ущерба для её инсоляции и при этом создать комфортные условия для жизнедеятельности людей.

Значительный вклад в развитие моделирования зданий с учётом солнечной энергии вносит международное архитектурное бюро «NBBJ».

Бюро «NBBJ» имеет проектные офисы в нескольких странах, в том числе, в США, Великобритании, Китае, Индии [5]. Инженеры «NBBJ» занимаются изучением солнечного излучения и его влиянием на геометрию фасадов зданий, защитой зданий от чрезмерного солнечного излучения и перегрева, проектированием автоматических устройств солнцезащиты.

Архитектурное бюро «NBBJ» является автором проекта по созданию концепции двух рядом расположенных высотных зданий башенного типа, пространственная и геометрическая форма которых была определена по траектории движения солнечных лучей [6].

Архитектурная концепция предусматривает возведение двух небоскребов в районе Гринвич г. Лондон (Великобритания), которые не будут отбрасывать тени на соседние здания и прилегающие территории (в соответствии с рисунком 1).

Данная концепция получила название «здания без теней». Здания расположены таким образом, что большую часть солнечного излучения

фасады отражают на затенённые территории и фасады самих зданий.



Рис. 1. «Здания без теней» в районе Гринвич (г. Лондон, Великобритания). 3D-визуализация

Для трёхмерного моделирования зданий применялось компьютерное программное обеспечение «Rhinoceros».

По результатам трёхмерного моделирования фасад одного из зданий запроектирован в форме гигантского изогнутого зеркала. Фасад этого здания отражает свет на затенённый участок, образованный его «южным» двойником, а специфическая кривая стеклянной поверхности фасада равномерно отражает солнечное излучение в течение всего дня.

Геометрическая форма изогнутого фасада повторяет кривую движения солнечных лучей (в соответствии с рис. 2). За счёт использования рассеянного отражения от поверхности фасадов с высоким коэффициентом отражения обеспечивается инсоляция затенённых территорий и фасадов рядом расположенных зданий.

На начальном этапе моделирования в программное обеспечение «Rhinoceros» было заложено множество исходных данных, в том числе, архитектурные и нормативные требования к общественным и жилым помещениям.

По результатам моделирования программа предложила несколько возможных вариантов моделей, которые были проанализированы архитекторами и доработаны с учётом максимально возможного рассеянного отражения. Итогом этого сложного процесса получился концептуальный проект двух рядом расположенных зданий башенного типа, который потенциально может исключить около 60 процентов теней, падающих от самих зданий.

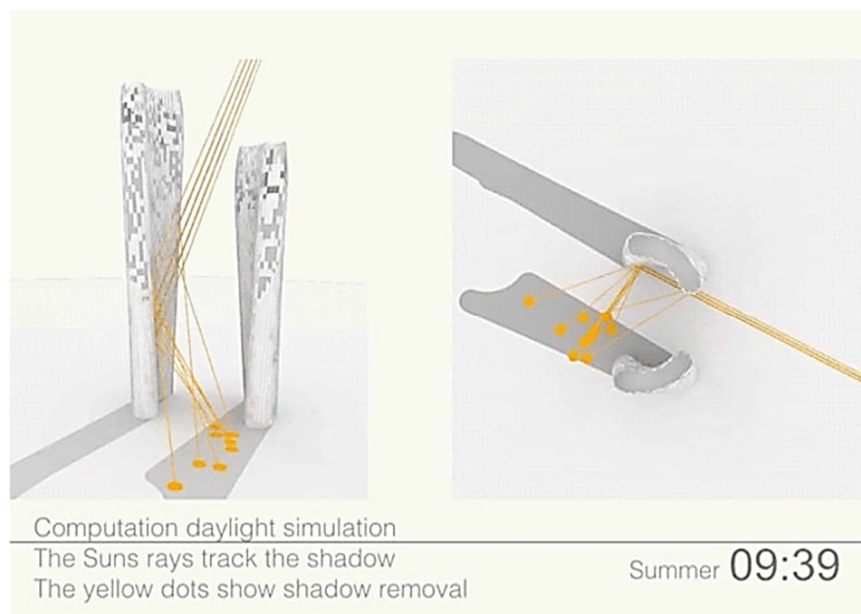


Рис. 2. Использование отражённого солнечного излучения, предложенного архитекторами бюро «NBBJ»

Программное обеспечение «Rhino» не ограничено какой-либо конкретной географической зоной и может применяться для различных вариантов освещения затенённых территорий в любой точке земного шара. Это может быть основным преимуществом при планировании быстро растущих городских районов и решать проблемы неравномерного распределения солнечного излучения в городской застройке.

Вторым известным объектом архитектурного бюро «NBBJ» является концепция многофункционального здания «Rainier Square» в г. Сиэтл (США) (в соответствии с рис. 3) [7].

Здание «Rainier Square» расположено в центре города рядом с достопримечательностью г. Сиэтл – башней «Rainier Tower», построенной по замыслу японского архитектора Минору Ямаки в середине прошлого века.

Форма здания «Rainier Square» была определена на основании анализа пространственной трёхмерной модели окружающей застройки и напоминает форму «каблука». Новое здание отступает назад, открывая вид на башню «Rainier Tower».

Изогнутая поверхность фасада обеспечивает не только хорошие видовые характеристики и обзор на соседнюю башню, но также необходимую инсоляцию и освещённость здания «Rainier Tower» (в соответствии с рис. 4).

Для облицовки фасада здания «Rainier Square» были применены металлические «призматические» панели. В зависимости от положения солнечных лучей на небосводе металлические панели автоматически изменяют своё положение в течение дня: добавляются, исключаются, либо

поворачиваются на 180 градусов, что создаёт изменения на фасаде (в соответствии с рис. 5, 6).

Благодаря такому интегрированному и комплексному подходу к созданию объекта недвижимости системы «Rainier Square» позволяют повысить уровень энергоэффективности здания, как минимум на 7,5 % выше требований Сиэтлского энергетического кодекса, который является одним из самых требовательных в США.



Рис. 3. Многофункциональное здание «Rainier Square» (г. Сиэтл)

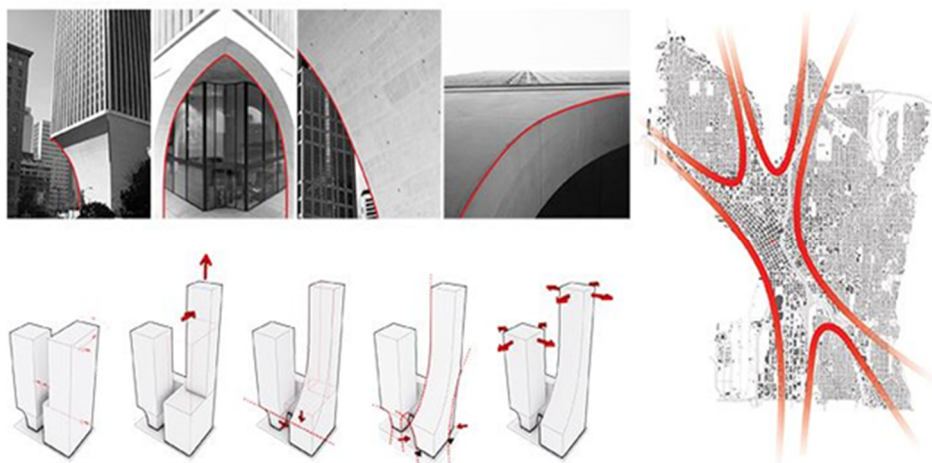


Рис. 4. Здание «Rainier Square»: различные варианты объёмно-планировочных решений



Рис. 5. Фрагмент фасада здания «Rainier Square»

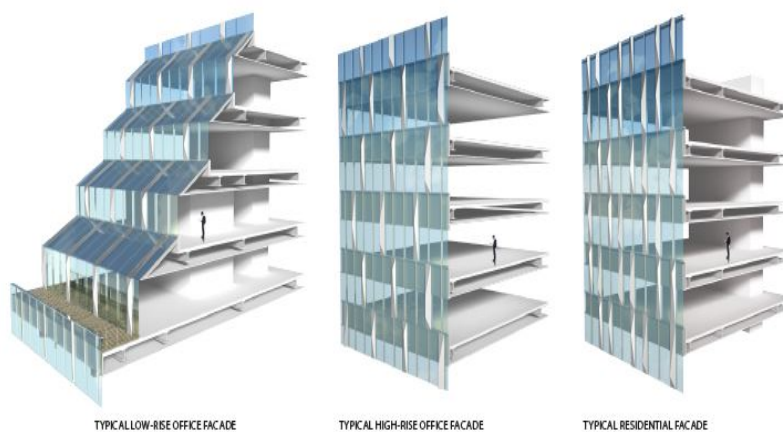


Рис. 6. Здание «Rainier Square»: различные положения металлических панелей

Здание «Rainier Square» является ярким примером подтверждающим, что, если на этапе создания архитектурной концепции будущего объекта недвижимости уделить достаточно внимание вопросам инсоляции через поиск оптимальной формы здания, то это позволит инвесторам и

застройщикам реализовывать амбициозные проекты на ограниченных по площади земельных участках в условиях сложившейся городской застройки.

Инновационный проект с использованием солнечного излучения был реализован в г. Сидней (Австралия) по замыслу архитектора Жана

Нувеля. По замыслу архитектора реализовано многофункциональное здание «One Central Park», которое представляет собой две жилые многоквартирные башни, одна из которых 34-х этажная высотой 116 м, вторая – 12-ти этажная высотой 64,5 м [8].

В башнях предусмотрены 623 жилые квартиры и 16 000 кв. м. торговых площадей. Общая площадь здания составляет 97 000 кв. м.

На нижележащих этажах обе башни объединяются общественным пространством - торговым центром, на кровле которого предусмотрены площадки для отдыха (в соответствии с рисунком 7). Башни и прилегающий парк объединены каскадом озеленённых террас. Из парка можно напрямую добраться до торгового центра.

В верхней части 34-х этажной башни подвешен мощный гелиостат, который улавливает солнечный свет и отражает его вниз в область парка, затененную башней (в соответствии с рисунком 8). Над гелиостатом предусмотрена консоль, на которой расположены помещения общего пользования и панорамная терраса для жилых квартир.



Рис. 7. Общий вид здания «One Central Park», г. Сидней (Австралия)

Опорные тросы, встроенные в фасады башен, поддерживают различные растения. Растения защищают фасады зданий от перегрева и действуют, как естественное устройство для контроля солнечного излучения, которое меняется в зависимости от сезона, тем самым защищая жилые помещения от прямых солнечных лучей летом, при этом допуская максимум солнечного света зимой.

В данном проекте отражённый солнечный свет используется для освещения затенённой территории, расположенной между двумя зданиями,

которая в дальнейшем может использоваться для размещения площадок для отдыха.

Концепция здания «One Central Park» - яркий пример инновационного использования солнечного излучения и траектории движения солнечных лучей при создании объекта недвижимости с такими объёмно-планировочными и конструктивными решениями, при которых формируется среда, комфортная для проживания и жизнедеятельности людей, а также достигаются высокие показатели эффективности проекта за счёт рационального использования площади земельного участка.

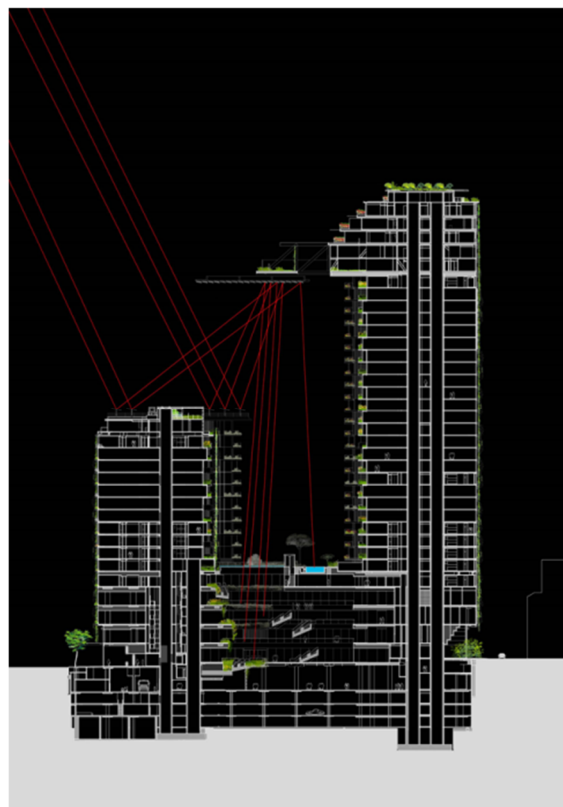


Рис. 8. Использование отражённого солнечного излучения в здании «One Central Park», г. Сидней (Австралия)

В современной архитектуре формообразующее действие света представлено таким интересным проектом, как торговый центр «Галерея Лафайет» в г. Берлин (Германия) с оригинальной системой «световых воронок» для естественного освещения помещений [9].

Автором проекта торгового центра «Галерея Лафайет» выступает французский архитектор Жан Нувель. Для естественного освещения помещений использован принцип световых воронок или конусов. Крышу торгового центра венчает огромный стеклянный конус с вершиной, возвышающейся над кровлей здания. Такой же конус, но перевернутый уходит своей вершиной на нижние этажи (в соответствии с рисунком 9) [10].



Рис. 9. Здание торгового центра «Галерея Лафайет» (г. Берлин). Вид на верхнюю и нижнюю световую воронку

Техническое решение с использованием световых воронок обеспечивает доступ природного света в помещения надземных торговых залов и офисов и частично в помещения подземной автостоянки, что гарантирует существенную экономию энергоресурсов на этапе эксплуатации здания.

В практике зарубежного строительства широко применяются современные автоматизированные саморегулируемые солнцезащитные

устройства (СЗУ), которые подстраиваются под траекторию движения солнечных лучей и регулируют степень солнечного облучения здания. Например, 25-ти этажные офисные здания «Al Bahar Towers» в г. Абу-Даби (ОАЭ), построенные с системой регулируемых СЗУ в форме динамически открывающихся блоков-лепестков (в соответствии с рисунком 10) [11].

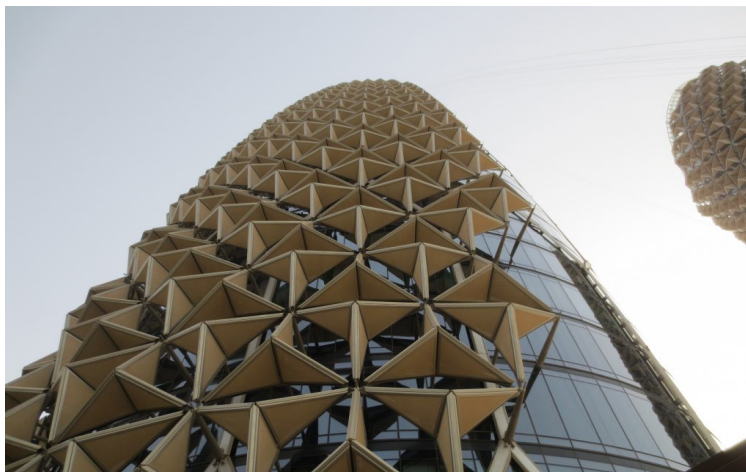


Рис. 10. Офисное высотное здание «Al Bahar Towers», г. Абу-Даби (ОАЭ)

Каждый отдельный протектор (блок-лепесток) открывается и закрывается по мере движения солнечных лучей, фильтрует свет и уменьшают слепимость. Огромная решётка практически полностью окружает две башни по контуру, за исключением, той части фасадов, которые ориентированы на север.

Каждая из двух башен оснащена более чем 1000 индивидуальными солнечными протекторами, которые контролируются через автоматизированную систему управления зданием, таким образом, создавая интеллектуальный фасад.

Применение современных технологий параметрического и алгоритмического моделирования позволило доработать архитектурную концепцию здания «Al Bahar Towers» без искажения первоначального архитектурного замысла проекта.

Выводы. На основании анализа зарубежного опыта проектирования зданий с учётом требований инсоляции и солнцезащиты можно сделать вывод, что при создании архитектурной концепции зданий различного функционального назна-

чения достаточно глубоко изучаются и применяются физические явления, связанные с использованием солнечного излучения и траектории движения солнечных лучей. Фактически солнечные лучи являются «строительным материалом», формирующим окружающую застройку [12].

Исследования, проводимые зарубежными архитекторами в процессе проектирования зданий, позволяют использовать солнечные лучи и искусственно создавать траекторию их движения в необходимом для человека направлении, что способствует созданию зданий с необычной геометрической формой и оригинальной архитектурой.

Успешное использование отражённого солнечного излучения в комбинации с современными облицовочными материалами для фасадов зданий предоставляет возможности для реализации проектов на ограниченных по площади земельных участках, как это было реализовано архитектурным бюро «NBBJ» при создании «зданий без теней».

Применение современных инновационных решений с гелиостатами позволяет использовать отражённое солнечное излучение для освещения и облучения закрытых изолированных территорий, что позволяет создавать комфортные пространства для жизнедеятельности и пребывания людей.

Особенно стоит отметить, что использование отражённого солнечного излучения позволяет улучшить условия инсоляции затенённых территорий в условиях плотной городской застройки, а также более эффективно использовать свободные земельные участки в крупных городах.

Применение технологий трёхмерного моделирования зданий позволяют находить оптимальные решения застройки практически без ограничения числа вариантов объёмно-планировочных решений, при этом обеспечивается пространственное и объёмно-визуальное представление об условиях инсоляции. Для расчёта продолжительности инсоляции и уровня естественной освещённости зданий используются различные программные комплексы российского и зарубежного производства.

Среди зарубежных программных комплексов наиболее успешно применяются: Autodesk Ecotect Analysis, Autodesk Revit, Autodesk Project Vasari, Archicad, Rhinoceros. Среди российских программных комплексов применяются программы СИТИС: Солярис и BASE (производитель ООО ПСП «Стройэкспертиза»). Из перечисленных программных комплексов наиболее приемлемыми для трёхмерного моделирования инсоляции зданий с учётом требований российских

норм являются программы: Autodesk Revit, СИТИС: Солярис, BASE.

Проводя аналогию между инвестиционно-строительными проектами, реализуемыми в условиях сложившейся городской застройки на территории Российской Федерации и в зарубежных странах, можно сделать вывод, что в процессе проектирования зданий на территории Российской Федерации в недостаточной степени уделяется внимание физическим явлениям, связанным с использованием солнечного излучения.

Следует отметить, что создание архитектурной концепции здания происходит на прединвестиционной стадии реализации инвестиционно-строительного проекта, когда формируются основные технико-экономические показатели проекта и выполняется анализ осуществимости проекта. Поэтому успешная реализация проекта во многом зависит от профессионального опыта и квалификации архитектора, способности архитектора мыслить нестандартно и в полной мере использовать не только личные знания и опыт, но также знания в смежных областях профессиональной деятельности.

Российским архитекторам рекомендуется изучить опыт реализации зарубежных проектов с использованием солнечной энергии и траектории движения солнечных лучей, а современные технологии проектирования и компьютерного моделирования зданий будут только способствовать развитию данного направления деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов: учеб. пособие. М.: Ассоциации строительных вузов, 2005. 224 с.
2. Грициенко Д.Г. Разработка методики реконструкции городской застройки с учётом проблем инсоляции: дис.... канд. тех. наук. М., 2016. С. 6–10.
3. Маклакова Т.Г. Архитектурно-конструктивное проектирование зданий. Т.1. Жилые здания: учебник для вузов. М.: Архитектура–С, 2010. 328 с.
4. Куприянов В.Н. Климатология и физика архитектурной среды: Монография. М.: АСВ, 2016. 194 с.
5. NBBJ / Contact. URL: <http://www.nbbj.com/contact> (дата обращения: 15.05.2019).
6. Architectural Firm NBBJ Conceptualizes Skyscrapers That Wouldn't Cast Shadows. URL: <https://www.hexapolis.com/2015/03/16/architectural-firm-nbbj-conceptualizes-skyscrapers-that-wouldnt-cast-shadows> (дата обращения: 15.05.2019).
7. Completing the Square. URL:

<http://www.nbbj.com/work/rainier-square> (дата обращения: 22.05.2019).

8. Ateliers Jean Nouvel. One central park. URL: <http://www.jeannouvel.com/en/projects/one-central-park> (дата обращения: 22.05.2019).

9. Лицкевич В.К. Архитектурная физика: учеб. для вузов. М.: Архитектура-С, 2007. 448 с.

10. Берлинские Галереи Лафайет в Берлине. URL: <https://weatlas.com/landmarks/730> (дата обращения: 22.05.2019).

11. Al Bahar Towers. URL: <https://en.wikiarquitectura.com/building/Al-Bahar-Towers> (дата обращения: 23.05.2019).

12. Соловьёв А.К. Физика среды. Учебник. М.: АСВ, 2011. 352 с.

13. Успенская А.М. Значение стадии «Архитектурная концепция» в проектной

деятельности // Материалы международной научно-практической конференции: Наука, образование и экспериментальное проектирование. Сборник статей. М.: МАРХИ, 2014. С. 281–283.

14. Слукин В.М., Смирнов Л.Н. Обеспечение нормативных условий естественного освещения жилых зданий в уплотнённой городской застройке // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2011. № 4. С. 61–63.

15. Баронин С.А., Меньшаков Д.И. Девелопмент проектов реконструкции и развития городских территорий // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. №5-2 (38). С. 276–280.

Информация об авторах

Серебрякова Марина Владимировна, магистрант кафедры организации строительства и управления в строительстве. E-mail: smv2312@mail.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в июне 2019 г.

© Серебрякова М.В., 2019

***Serebryakova M.V.**

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavl highway, 26

**E-mail: smv2312@mail.ru*

FOREIGN EXPERIENCE OF DESIGN OF BUILDINGS SUBJECT TO THE REQUIREMENTS OF INSOLATION AND SUN PROTECTION

Abstract. *The article identifies the problems of development of large cities in Russia and foreign countries associated with the shortage of land in the territories of large cities for the implementation of new investment and construction projects. In this connection, modern architects and urban planners face complex challenges associated with the placement of new real estate in the existing urban development on limited land plots. New buildings must meet the requirements of insolation, and the areas adjacent to new and existing buildings must also be provided with the necessary solar radiation. The article analyzes the foreign experience in the implementation of investment and construction projects of buildings of various functional purposes, taking into account the requirements of insolation and sun protection, the analysis of space-planning solutions of buildings, the most interesting from the point of view of insolation design. The description of modern techniques and innovative solutions implemented by foreign architects in the process of designing insolation of buildings is given. Recommendations on the use of software of Russian and foreign manufacturers are given. The attention of Russian architects is focused on the need to simulate insolation at the initial stage of the investment and construction project. The role of the architect in the creation of the architectural concept of the building and its impact on the subsequent stages of development of the investment and construction project.*

Keywords: *foreign experience, investment and construction project, insolation, building shading, design.*

REFERENCES

1. Kas'yanov V.F. Reconstruction of residential buildings of cities: textbook [Rekonstrukciya zhilozh zastrojki gorodov: uchebnoe posobie]. М.: Association of construction universities, 2005. 224 p. (rus)

2. Gricienko D.G. Development of methods of reconstruction of urban development, taking into

account the problems of insolation: dis. Cand. tech. sciences. М., 2016. Pp. 6–10. (rus)

3. Maklakova T.G. Architectural and structural design of buildings. T.I. Residential buildings: textbook for universities [Arhitekturno-konstruktivnoe proektirovanie zdaniy. T.I. Zhilye zdaniya: uchebnik dlya vuzov]. М.: Architecture-C, 2010. 328 p. (rus)

4. Kupriyanov V.N. Climatology and physics of architectural environment: Monograph [Klimatologiya i fizika arhitekturnoj sredy: Monografiya]. M.: ASV, 2016. 194 p. (rus)
5. NBBJ / Contact. URL: <http://www.nbbj.com/contact> (date accessed: 15.05.2019).
6. Architectural Firm NBBJ Conceptualizes Skyscrapers That Wouldn't Cast Shadows. URL: <https://www.hexapolis.com/2015/03/16/architecture-1-firm-nbbj-conceptualizes-skyscrapers-that-wouldnt-cast-shadows> (date accessed: 15.05.2019).
7. Completing the Square. URL: <http://www.nbbj.com/work/rainier-square> (date accessed: 22.05.2019).
8. Ateliers Jean Nouvel. One central park. URL: <http://www.jeannouvel.com/en/projects/one-central-park> (date accessed: 22.05.2019).
9. Lickевич V.K. Architectural physics: textbook for universities [Arhitekturnaya fizika: uchenik dlya vuzov]. M.: Architecture-C, 2007. 448 p. (rus)
10. Berlin Lafayette Galleries in Berlin. URL: <https://weatlas.com/landmarks/730> (date accessed: 22.05.2019).
11. Al Bahar Towers. URL: <https://en.wikiarquitectura.com/building/Al-Bahar-Towers> (date accessed: 23.05.2019).
12. Solov'yov A.K. Physics of the environment. Textbook [Fizika sredy. Uchebnik]. M.: ASV, 2011. 352 p. (rus)
13. Uspenskaya A.M. The importance of the stage "Architectural concept" in the project activities [Znachenie stadii «Arhitekturnaya koncepciya» v proektnoj deyatel'nosti]. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Nauka, obrazovanie i eksperimental'noe proektirovanie. Sbornik statej. M: MARHI, 2014. Pp. 281–283. (rus)
14. Slukin V.M., Smirnov L.N. Providing normative conditions of natural lighting in residential buildings in dense urban areas [Obespechenie normativnyh uslovij estestvennogo osveshcheniya zhilyh zdaniy v uplotnyonnoj gorodskoj zastrojke]. Akademicheskij vestnik URALNIIPROEKT RAASN. 2011. No. 4. Pp. 61–63. (rus)
15. Baronin S.A., Menshakov D.I. Development of projects of reconstruction and development of urban areas [Development proektov rekonstrukcii i razvitiya gorodskih territorij]. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. No. 5-2 (38). Pp. 276–280. (rus)

Information about the authors

Serebryakova, Marina V. Master student. E-mail: smv2312@mail.ru. Moscow State University of Civil Engineering National Research University. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26.

Received in June 2019

Для цитирования:

Серебрякова М.В. Зарубежный опыт проектирования зданий с учётом требований инсоляции и солнцезащиты // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 9. С. 63–71. DOI: 10.34031/article_5da4538a5391f9.46809256

For citation:

Serebryakova M.V. Foreign experience of design of buildings subject to the requirements of insolation and sun protection. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 9. Pp. 63–71. DOI: 10.34031/article_5da4538a5391f9.46809256