

Мартинес Д. Х., Чудинова В. Г., Большакова М. В.

БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАМЯТНИКА КОНСТРУКТИВИЗМА – ДОМА АРХИТЕКТОРА К. МЕЛЬНИКОВА

Цель данной статьи – продемонстрировать с помощью современных инструментов моделирования и анализа климата, что К. Мельников сознательно использовал методы контроля окружающей среды в 20-ом веке, которые делают вышеупомянутое сооружение историческим примером биоклиматической архитектуры для российского климата. Чтобы проверить это, были построены различные цифровые энергетические модели с помощью таких программ, как: Climate Consultant, Design Builder, Archicad. В нынешнем контексте энергетического кризиса признание технологий качества окружающей среды и внутреннего комфорта является инструментом для проектирования, который улучшает качество пространства и снижает затраты энергии в климате с характеристиками, аналогичными московским.

Создана трехмерная модель участка застройки, построены и проанализированы диаграммы естественной освещенности, инсоляции, энергоактивности, аэродинамического режима территории. Оцениваются функциональное зонирование и планировка здания в зависимости от сезонных изменений и суточного движения солнца. Эти характеристики требуют изучения, учитывая, что они не были исследованы ранее. В последние годы биоклиматический анализ архитектуры становится всё более актуальным в современном контексте заботы об окружающей среде и энергоэффективности.

Статья содержит иллюстрации, демонстрирующие веер теней, движение воздушных потоков вокруг здания, инсоляцию и естественное освещение. Показана психрометрическая диаграмма Б. Гивони для Москвы, отображающая характеристики влажности и температуры воздуха для оценки комфорта. Выявлено соответствие исторического здания современным стандартам экологической архитектуры, что ещё более подчеркивает значение данного памятника архитектуры русского авангарда.

Ключевые слова: дом Мельникова, энергоэффективность, инсоляция, естественное освещение, температурный комфорт, стратегия Б. Гивони, Climate Consultant, Design Builder.

Martinez D. J., Chudinova V. G., Bolshakova M. V.

THE BIOCLIMATIC ANALYSIS OF THE CONSTRUCTIVISM MONUMENT - HOUSE OF ARCHITECT K. MELNIKOV

The aim of this article is to demonstrate through modern climate simulation and analysis tools that K. Melnikov consciously used environmental control methods in the 20th century that make the previous construction a historical example of bioclimatic architecture for the Russian climate. To test this topic a digital model has been built and different energy simulations were carried out using software such as Climate Consultant, Design Builder, Archicad. In the current context of energy crisis, the recognition of environmental quality techniques and interior comfort is an instrument to project that

improves the quality of space and reduces energy expenditure in climates with similar characteristics to Moscow.

A three-dimensional model of the development site has been created, diagrams of natural illumination, insolation, energy activity, aerodynamic regime of the territory have been constructed and analyzed. Functional zoning and planning of the building are estimated depending on seasonal changes and daily movement of the sun.

These characteristics require study, given that they have not been investigated previously. In recent years, bioclimatic analysis of architecture has become increasingly relevant in the modern context of environmental care and energy efficiency.

The article contains illustrations demonstrating the sweep of shadows, the movement of air flows around the building, insolation and natural lighting.

The psychrometric diagram of B. Givoni for Moscow is shown, showing the characteristics of humidity and air temperature for assessing comfort. The compliance of the historic building with the modern standards of ecological architecture has been revealed, which further emphasizes the importance of this architectural monument of the Russian avant-garde.

Keywords: *Melnikov house, energy efficiency, insolation, natural light, temperature comfort, B. Givoni 's strategy, Climate Consultant, Design Builder.*

Дом К. Мельникова был построен в 1927–1929 гг. У знаменитого архитектора была уникальная возможность построить собственный дом, благодаря большому количеству заказов, международному успеху на парижской выставке 1925 г. Постройка осуществлялась совместно с Организацией строительства государственных служб г. Москвы. Так как дом был объявлен экспериментальным образцом жилья, К. Мельникову удалось получить участок под строительство в центре Москвы [1, 2]. Дом находится на участке по адресу Кривоарбатский переулок, дом 10 (55° 44' 52,9 «N 37° 35' 22,0» E).

Это здание отвечает жизненным потребностям семьи архитектора, его жены и двух детей школьного возраста (на момент проектирования и строительства здания). Помещения размещены на трёх этажах в двух соединенных цилиндрах одинакового диаметра, но разной высоты. В цилиндре меньшей высоты расположен центральный вход в дом, к которому по участку ведёт дорожка. На первом этаже расположен холл, соединенный с центральным коридором, который является распределительным пространством. Отсюда можно попасть в столовую, гостиную, кухню, ванную комнату, комнаты для детей, для жены и в большую гардеробную. На втором этаже расположена гостиная и большая общая спальня для всех членов семьи. На третьем этаже – мастерская двойной высоты с выходом на террасу. Так же имеется небольшой подвал, предназначенный для отопительных установок и внутридомового мусоропровода. Мусор здесь утилизировался путем сжигания.

Аспекты экологичности и энергоэффек-

тивности в период строительства были не так актуальны, как в наши дни, поэтому анализ здания по этим параметрам является особенно ценным для исследования. Российская Федерация занимает 27-е место из 111 стран по реализации мер государственного управления в области устойчивой энергетики, что отмечено в первом рейтинге, подготовленном Всемирным банком в 2016 г. [3].

Считается, что научный интерес к методам биоклиматизации зданий возникает только во второй половине XX века [4], однако есть достаточно свидетельств о первостепенном влиянии естественной среды на архитектуру жилища. Климатические факторы находили отражение и в народном зодчестве, и в теоретических трудах и практике знаменитых мастеров прошлого [5, 6, 7].

Для оценки климатических характеристик Москвы используется программное обеспечение Climate Consultant [8] и база данных Energy Plus [9], из которой мы получаем информацию о многолетних изменениях климата, которые были исследованы и внесены в общую базу, а также набор графиков климатических изменений.

Использование этих программ позволяет выявить, возможные пассивные и активные биоклиматические стратегии проектирования, определить характеристики теплового комфорта и энергоэффективности на данной территории. Также для выявления климатических изменений используется психометрическая диаграмма Гивони [10], представляющая обобщенную информацию о климате и биоклиматических стратегиях, которые должны быть реализованы для обеспечения

комфорта в течении всего года соответствен- но рекомендациям Climate Consultant. Диа- грамма для города Москвы показана на рис. 1. Сам же К. Мельников сформулировал в своих мемуарах концепцию дома как «равно- ценность и равномерность напряжений, све- та, воздуха и тепла» [11].

Стратегии пассивного климат-контроля:

биоклиматического анализа основное значе- ние имеет точность в моделировании соотно- шений различных объемов, ландшафта, дета- лей, световых проемов и важных характери- стик поверхностей. Многие из них вводятся как количественные параметры, символичные значения из баз данных, а не графические об- разы, протраиваемые интерактивно [14, 15].

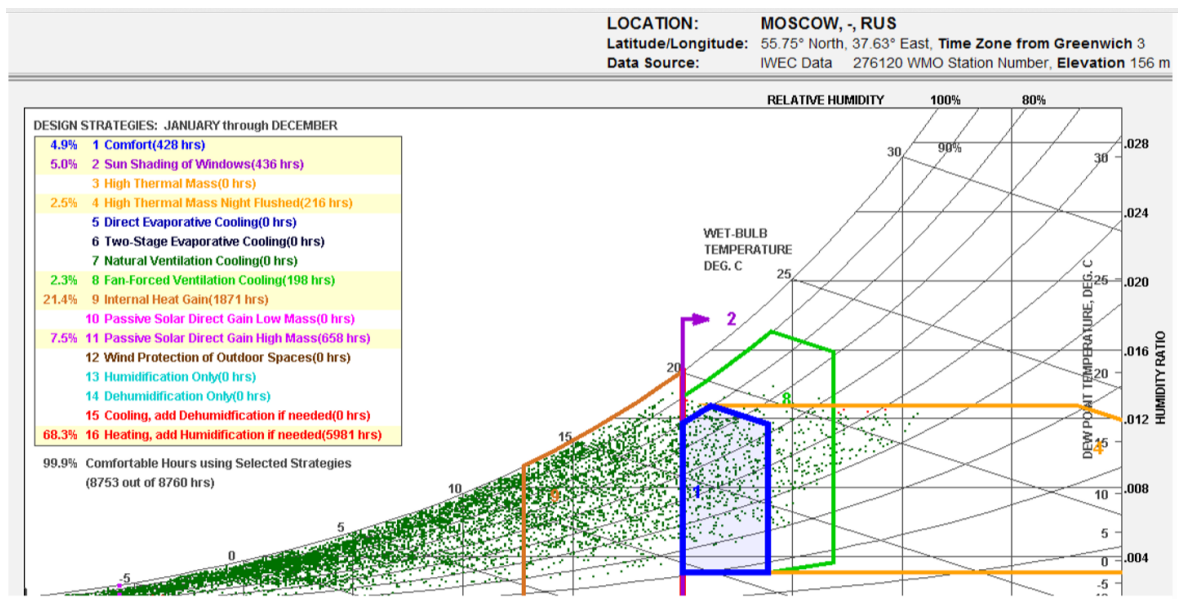


Иллюстрация 1 диаграмма психометрической стратегии проектирования зданий по Г. Милну и Б. Гивони (автор иллюстраций здесь и далее Д.Х. Мартинес)

Рис. 1. График биоклиматической стратегии проектирования зданий по Г. Милну и Б. Гивони (автор иллюстраций здесь и далее Д.Х. Мартинес)

4,9% климат комфортен (428 ч); 5% требуется защита от солнца (436ч); 2,5% требуется высокая тепловая масса, которая экономит энергию, полученную в течении дня и отдавать в ночное время суток (218ч); 21,4% использование внутридомовых источников тепла, для нагрева (1871ч); 7,5% получение энергии от прямых солнечных лучей для высокой тепловой массы (658ч). Активные стратегии кондиционирования воздуха: 2,3% принудительная вентиляция для охлаждения (198ч), 68,3% отопление и при необходимости увлажнение воздуха (5981ч).

Из этого следует, что 30% комфорта может быть достигнуто благодаря пассивным стратегиям, что способствует экономии энергии при использовании механических систем кондиционирования воздуха в течение года.

Методом исследования предусматривалось построение трехмерной модели дома и прилегающих зданий с указанием их высоты и взаимодействия с исследуемым объектом. Существует несколько направлений в приемах 3-d моделирования архитектурных объектов, но большинство из них, как правило, сосредоточены на визуальной образности и поиске наилучших ракурсов [12, 13]. Для

В нашем исследовании были использованы климатические базы данных Energy Plus более чем за 10 последних лет, что позволило создать графическую модель, на которой отражены природные факторы.

Архитектор К. Мельников расположил свой дом на участке таким образом, чтобы избежать тени, создаваемой соседними зданиями на южном фасаде, максимизируя время инсоляции за весь год. Наилучшие условия инсоляции в Москве в день зимнего солнцестояния обеспечивают и хорошие условия солнечного освещения в остальное время года, как показано на иллюстрации (рис. 2). В день зимнего солнцестояния в Москве рассвет начинается в 9:30 утра, а закат в 3:45 – день с самым низким положением солнца в году. В доме К. Мельникова прямой инсоляции с 9:30 до 14:30, не будет только в течение одного часа.

Солнце является основным источником тепловой энергии в биоклиматических сооружениях, благодаря чему они обладает нулевым воздействием на окружающую среду, высоким уровнем чистоты и возобновляемостью.

Одна из основных целей биоклиматиче-

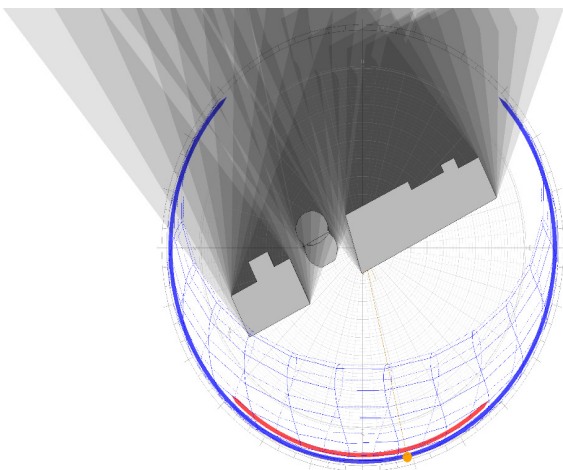


Рис.2. Диапазон теней с 9:30 до 14:30 в день зимнего солнцестояния

ского жилья заключается в сохранении и увеличении солнечного излучения, для освещения в том числе. Пассивное солнечное теплоснабжение – это инструмент, получения энергии, излучаемой солнцем, без использования механических или электрических систем, создание комфорта с помощью правильной ориентации и расположения архитектурных элементов по отношению к солнцу и ветру.

Во время проектирования дома с его южного фасада находилось 3-х этажное здание, которое не препятствовало прямым солнечным лучам проникать в дом в течение года (рис. 3). В настоящее время 6-ти этажное здание сократило количество месяцев инсоляции до 9 и увеличило потребление энергии зимой.

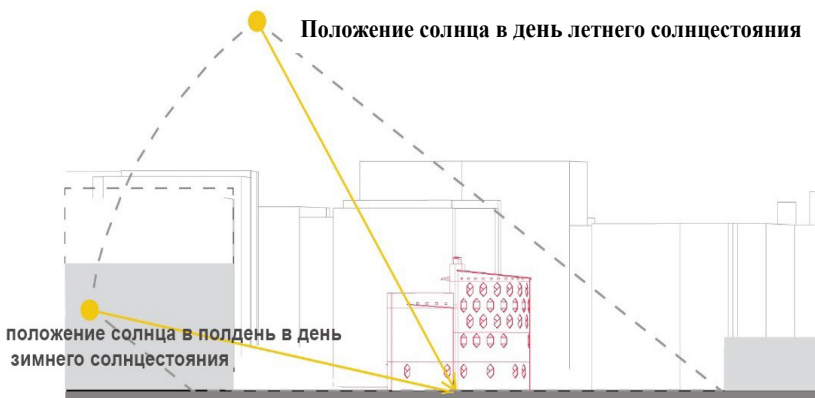


Рис.3. Углы солнечных лучей в день летнего и зимнего солнцестояния

Дом К. Мельникова спроектирован с большой точностью относительно инсоляции помещений, он не может быть перемещён без ухудшения инсоляции из своего первоначального местоположения. Если дом разместить ближе к улице, здание напротив южного фасада создает тень, а если переме-

стить здание на север, тень на южном фасаде будет от зданий расположенных со стороны восточного и западного фасадов.

Не затененная область, на южном фасаде составляет более 80% большую часть года и в большем количестве часов, имея меньший процент вблизи времени летнего солнцестояния. Это связано с тем, что в дизайне фасадов дома отсутствуют карнизы или элементы крыши, которые создают тень на южной стене. На диаграмме (рис. 4) показано, что Южный застекленный фасад получает годовое интегрированное прямое излучение 12330 кВт.ч.

Массив наружных стен дома К. Мельникова из красного кирпича обладает хорошей теплоемкостью, она поглощает энергию, когда окружающая среда имеет повышенную температуру. Коэффициент теплопередачи наружной стены $U=0.952 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$. Таким образом, конструкция здания позволяет избегать чрезмерного нагрева. Нагретый массив возвращает тепловую энергию, когда окружающая среда более холодная, как правило, в ночное время. Косвенное поглощение тепла через большую площадь застекленной поверхности обеспечивает солнечный теплоприток равный 25740 кВт.ч/год.

Ветровые характеристики, такие как скорость, давление, направление, турбулентность и их связь с формой, являются определяющими факторами для создания пространств, являющихся комфортными, минимизируя использование механических систем кондиционирования воздуха.

В доме К. Мельникова моделируются два фактора его конфигурации: геометрическая форма и поверхность ограждения. Анализируется как расположение формы по отношению к направлениям ветра, так и взаимосвязь между внутренним и внешним пространством [16, 17].

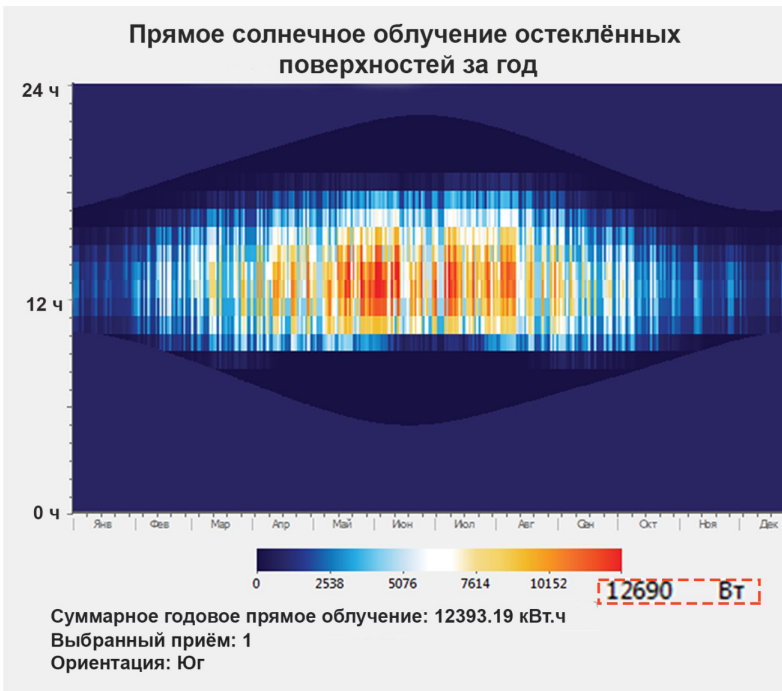


Рис.4. Диаграмма суммарной инсоляции при прямом солнечном облучении остекленных поверхностей за год

В схемах динамического моделирования потоков воздуха Flow design [18]. анализируется динамика ветра (рис. 5) по двум преобладающим направлениям, летом по северному (N) и зимой по юго-восточному (SW). Поскольку на западной и восточной стороне расположены здания (рис. 6), ветер этих направлений не принимается в расчет. Начальная скорость ветра для городских районов в Москве принята 3м/с.

Давление, которое ветер оказывает на южный фасад, имеет значение 7,5 Па, и дополнительно к этому отрицательное давление из-за увеличения скорости ветра с обеих сторон здания. Разделение воздушной массы на 2 потока, которые демонстрирует поведение южного ветра и положение ограды, уменьшает и отклоняет ветер. Динамическая модель показала увеличение его скорости, на высоте третьего этажа, наблюдается также

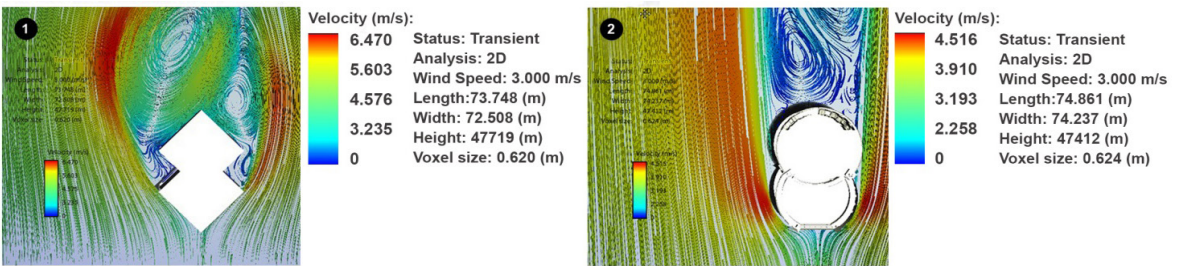


Рис.5. Моделирование воздушных потоков для сравнительной оценки влияния на них формы здания

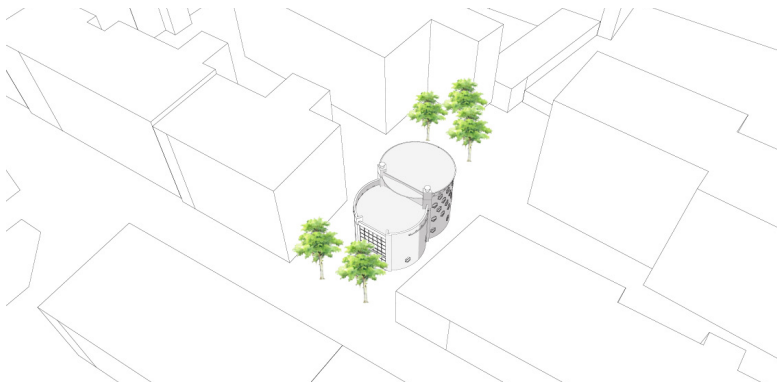


Рис.6. 3D-модель застройки участка для расчета климатических характеристик

турбулентность на малой скорости. С восточной части фасада ветровое давление 12 Па. Потoki северного ветра отклоняются от траектории вверх и образуют вихревые потоки обратного направления, с отрицательным давлением на подветренную сторону. На южной террасе отмечается низкая скорость турбулентности.

Для расчета теплового режима помещений учитывались различные источники, в том числе от метаболической нагрузки в разных зонах дома, в зависимости от активности людей (рис. 7).

Мастерская архитектора, рабочее пространство для жены и учебное пространство для детей, находятся в северном цилиндре. Поскольку яркий свет солнца вызывает дискомфорт при такой работе, эти помещения освещаются рассеянным солнечным светом. Такие зоны как холл, столовая и гостиная расположены в южном цилиндре, что соответствует комфортному уровню освещенности, для этих помещений. Предусматривается, чтобы окна в комнатах, используемых в утренние часы, выходили на восток, а в помещениях, которые используются во второй



Рис.7. Энергетический баланс проекта (автор расчета Давид Хосе Мартинес)

Так, например, для кухни, расположенной на первом этаже южного цилиндра, параметры таковы: площадь 7 м², высота 2,6 м, объем 18.2 м³, ориентация на запад. Это помещение получает небольшое количество солнечных лучей, во второй половине дня температура здесь повышается. Среднее значение тепловой нагрузки, которую выделяет плита, равна 10350 w. Теплопоступления от людей попадают в окружающую среду в виде явной и скрытой теплоты. Явное тепло отдаётся окружающей среде в результате конвективного и лучистого теплообмена. При легкой работе 1 человек в среднем выделяет 69,6 Вт / м² в результате явного теплообмена, и 92,8 Вт / м² энергии отдаёт в виде теплосодержащих водяных паров, испаряющихся с поверхности тела и лёгких человека, что представляет собой скрытое тепло [18]. Один человек сидя, с низкой активностью производит в среднем теплообмен равный 63,8 Вт / м² и 52,2 Вт / м² скрытого теплообмена.

Распределение функциональных зон в доме К. Мельникова учитывает факторы естественной освещенности, суточный период активности помещений и вид деятельно-

половине дня – на запад. А пространства, которые используются в течение всего дня, могут быть расположены на севере или юге.

При компьютерном моделировании дневного света, получены уровни освещенности между 300 и 3,000 люкс в 9:00 и в 15:00 часов, учитывая, что наблюдения производят в день равноденствия в ясную погоду. Если 75% или более площади помещения соответствуют этому критерию, то получается соответствие самому высокому баллу в международной системе экологической сертификации. Такому критерию отвечают два основных пространства дома К. Мельникова – мастерская и гостиная.

Заключение

Константин Степанович Мельников является одним из самых влиятельных архитекторов русского модернизма, не только благодаря новизне пространственных, конструктивных и эстетических качеств его работы. Его личный дом, построенный более 90 лет назад, соответствует современным представлениям энергоэффективного проектирования [19,20]. Функциональное зонирование, планировка и форма дома обусловлены кли-

матом и окружающей средой, что в техническом отношении обеспечивает достаточный пассивный тепло- и воздухообмен помещений, световой и тепловой комфорт. К. Мель-

никовым учтены суточные и сезонные изменения инсоляции и ветрового режима, типы активности в помещениях и требуемый для них уровень естественной освещённости.

Литература

1. Кузнецов П.В. Дом Мельникова. Шедевр авангарда, жилой дом, архитектурный музей. М.: Государственный научно-исследовательский музей архитектуры имени А.В. Щусева, 2018. – 224 с.
2. Хан-Магомедов С.О. Константин Мельников. М.: Архитектура-С, 2007. – 296 с.
3. Селезнев В. Государственная политика развития энергосбережения и повышения энергоэффективности. Опыт и достижения Москвы. М.: Энергосбережение, 2018. – С. 22–24.
4. Усов Я.Ю. Формирование архитектурно-планировочной структуры биоклиматических жилых зданий. М., 2013. – 205 с.
5. Beccali M. Vernacular and bioclimatic architecture and indoor thermal comfort implications in hot-humid climates: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018. – P. 1726-1736.
6. Beltrán-Fernández Maria & Garcia, J & Dufrasnes Emmanuel. Analysis of the bioclimatic strategies used by Frank Lloyd Wright in the Jacobs I house. *Informes de la Construcción*, 2017. [Электронный ресурс] – URL: https://www.researchgate.net/publication/320177849_Analisis_de_las_estrategias_bioclimaticas_empleadas_por_Frank_Lloyd_Wright_en_la_casa_Jacobs_I (дата обращения 04.04.2019)
7. Sobin H., Olgyay V. Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. *Journal of Architectural Education*, 1963. – 43 p.
8. Milne M., Liggett R., Al-Shaali R. Climate consultant 3.0: A tool for visualizing building energy implications of climates. Paper presented at the American Solar Energy Society, 2007. – P. 466-473.
9. EnergyPlus [Электронный ресурс] – URL: <https://energyplus.net/> (дата обращения: 04.04.2019).
10. Givoni B. Man, climate and architecture. London: Applied Science Publishers, 1982. – 483 p.
11. Стригалёв А., Коккинаки И. Константин Степанович Мельников: Архитектура моей жизни. Творческая концепция. Творческая практика. М.: Искусство, 1985. – 312 с.
12. Hong T., Chou S., Bong T. Building simulation: an overview of developments and information sources. *Building and Environment*, 2000. – P. 347-361.
13. Карелин Д.А., Карелина М.А. К вопросу о методах и способах подачи трехмерных научных реконструкций. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2018. – С. 372-393. [Электронный ресурс] – URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/25_karelin/index.php (дата обращения 04.04.2019)
14. Явейн О.И. О методах проектного моделирования в архитектуре. К постановке вопроса. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2018. – С. 60-72. [Электронный ресурс]. – URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/3kvart_18/03_yavein_vakhitov/index.php (дата обращения 04.04.2019)
15. Dunichkin I., Poddaeva O., Golokhvast K. Studies and evaluation of bioclimatic comfort of residential areas for improving the quality of environment. *Building Simulation*, 2019. – 177-182 p.
16. Brown G., DeKay M. Sun, Wind & Light: architectural design strategies. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, 2014. – 432 p.
17. Kormaniková L. Parametric wind design. *Frontiers of Architectural Research*, 2018. – 383-394 p.
18. Viti A., Pinazo Ojer J. DTIE 2.01. calidad del ambiente térmico. Madrid: ATECYR, 1996. – 60 p.
19. Экологические стандарты в строительстве – LEED, 2019. [Электронный ресурс] URL: https://www.icsgroup.ru/green/ecostandards/leed.php?sphrase_id=1161078 (дата обращения 04. 04. 2019).
20. Сухинина Е.А. Концептуальные предложения для национальной версии экологического стандарта. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2017. – С. 231-

241. [Электронный ресурс] – URL: http://marhi.ru/AMIT/2017/4kvart17/17_suchinina/index.php (дата обращения 04. 04. 2019).

References

1. Kuznetsov P.V. Dom Mel'nikova. Shedevr avangarda, zhiloy dom, arkhitekturnyy muzey [Melnikov House. Avant-garde masterpiece, residential building, architectural museum]. M.: Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy muzey arkhitektury imeni A.V. Shchuseva, 2017. – 223 p.
2. Khan-Magomedov, S.O. Konstantin Melnikov – Moscow: Architecture-C, 2007. –296 p.
3. Seleznev V. Gosudarstvennaya politika razvitiya energosberezheniya i povysheniya energoeffektivnosti. Opyt i dostizheniya Moskvy [State policy for the development of energy conservation and energy efficiency. Experience and achievements of Moscow]. M.: Energosberezheniye, 2018. P. 22–24.
4. Usov Y.A. Formirovaniye arkhitekturno-planirovochnoy struktury bioklimaticheskikh zhilykh zdaniy [Formation of the architectural and planning structure of bioclimatic residential buildings]. M., 2013. — 205 p.
5. Beccali M. Vernacular and bioclimatic architecture and indoor thermal comfort implications in hot-humid climates: An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018. – P. 1726-1736.
6. Beltrán-Fernández Maria & Garcia, J & Dufrasnes Emmanuel. Analysis of the bioclimatic strategies used by Frank Lloyd Wright in the Jacobs I house. Informes de la Construcción, 2017. [Electronic resource] – URL: https://www.researchgate.net/publication/320177849_Analisis_de_las_estrategias_bioclimaticas_empleadas_por_Frank_Lloyd_Wright_en_la_casa_Jacobs_I (date of circulation 04.04.2019)
7. Sobin H., Olgyay V. Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Journal of Architectural Education, 1963. – 43 p.
8. Milne M., Liggett R., Al-Shaali R. Climate consultant 3.0: A tool for visualizing building energy implications of climates. Paper presented at the American Solar Energy Society, 2007. – P. 466-473.
9. EnergyPlus [Electronic resource] – URL: <https://energyplus.net/> (date of circulation 04.04.2019).
10. Givoni B. Man, climate and architecture. London: Applied Science Publishers, 1982. – 483 p.
11. Strigalev A., Kokkinaki I. Konstantin Stepanovich Melnikov: Arkhitektura moyey zhizni. Tvorcheskaya kontseptsiya. Tvorcheskaya praktika [The architecture of my life. Creative concept. Creative practice]. M.: Iskustvo, 1985. – 312 p.
12. Hong T., Chou S., Bong T. Building simulation: an overview of developments and information sources. Building and Environment, 2000. – P. 347-361.
13. Karelin D.A., Karelina M.A. K voprosu o metodah i sposobah podachi trehmernih nauchnih rekonstrukcii [On the issue of methods and methods of submitting three-dimensional scientific reconstructions]. Architecture and Modern Information Technologies, 2018. – P. 372-393. [Electronic resource] – URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/25_karelin/index.php (date of circulation 04.04.2019)
14. Yawein O.I. O metodah proektnogo modelirovaniya v arhitekture. K postanovke voprosa [About the Methods of Design Simulation in Architecture. To the Question Statement]. Architecture and Modern Information Technologies, 2018. – P. 60-72. [Electronic resource]. – URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/3kvart_18/03_yav_ein_vakhitov/index.php (date of circulation 04.04.2019)
15. Dunichkin I., Poddaeva O., Golokhvast K. Studies and evaluation of bioclimatic comfort of residential areas for improving the quality of environment. Building Simulation, 2019. – 177-182 p.
16. Brown G., DeKay M. Sun, Wind & Light: architectural design strategies. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, 2014. – 432 p.
17. Kormaníková L. Parametric wind design. Frontiers of Architectural Research, 2018. – 383-394 p.
18. Viti A., Pinazo Ojer J. DTIE 2.01. calidad del ambiente térmico. Madrid: ATECYR, 1996. – 60 p.
19. Ekologicheskiye standarty v stroitel'stve – LEED [Environmental standards in

construction – LEED]. 2019 [Electronic resource] – URL: https://www.icsgroup.ru/green/ecostandards/leed.php?sphrase_id=1161078 (date of circulation 04. 04. 2019).

20. Sukhinina E.A. Konceptualnie predlozheniya dlya nacionalnoi versii ekologi-cheskogo standarta [Conceptual Proposals for the National Version of Ecological Standard]. Architecture and Modern Information Technologies, 2017 – P. 231-241. [Electronic resource] URL: http://marhi.ru/eng/AMIT/2017/4kvart17/17_suchinina/index.php (date of circulation 04.04.2019)

Мартинес Д. Х.,

магистрант кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: jdmartinezo@unal.edu.com

Чудинова В. Г.,

канд. архитектуры, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: chudinovavg@susu.ac.ru

Большакова М. В.,

магистрант кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: marishka-cool@mail.ru

Martinez D. J.,

master student of the department “Architecture” South Ural State University. c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: jdmartinezo@unal.edu.com

Chudinova V. G.,

Ph. D. of science (architechure), docent, South Ural State University, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: chudinovavg@susu.ac.ru

Bolshakova M. V.,

master student of the department “Architecture” South Ural State University), Chelyabinsk, Russia. E-mail: marishka-cool@mail.ru

Поступила в редакцию 10.04.2019