

дач, в числе которых: реализация духовно-культурного потенциала региона, поддержание в надлежащем состоянии памятников истории и архитектуры, усиление вклада отрасли в экономику.

Литература:

1. Булатова, Е. К. Архитектура туризма: метод разработки системы сценарных планов маршрутных связей // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – № 3. – С. 56–60.
2. Въездной туристический поток [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=205627>. – Дата доступа: 29.12.2022.
3. Корзун, А. В. Туристические маршруты Беларуси как направление развития территорий / А. В. Корзун, И.И. Шапиро [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/9489/1/141.pdf>. – Дата доступа: 28.12.2022.
4. Потаев, Г. А. Планировка, застройка и благоустройство городов-центров туризма: пособие проектировщику / Г. А. Потаев, Г. Р. Потаева. – Минск: Минсктипроект, 2011. – 204 с.
5. Современная туристическая индустрия: актуальные проблемы и перспективы развития: материалы

международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 мая 2018 г. / БГУ, Исторический фак. ; редкол.: Т. А. Новгородский, И. В. Олюнина (отв.ред.). – Минск: БГУ, 2018. – 162 с.

6. Тумацик, Л. Б. Типология туристских коридоров / Л. Б. Тумацик // Наука – образованию, производству, экономике : материалы Девятой международной научно-технической конференции : в 4 т. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: Б. М. Хрусталева, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. – Минск: БНТУ, 2011. – Т. 2. – С. 395.

TOURIST ROUTES OF BELARUS: PRINCIPLES OF INCLUDING ARCHITECTURAL OBJECTS AND POSSIBILITIES OF IMPLEMENTATION IN THE GOMEL REGION

Evstratenko A. V.

Belarusian State University of Transport

The article provides an analysis of the level of tourism development in the Republic of Belarus. The main conditions, qualities and principles for the inclusion of architectural objects in tourist routes are determined.

Keywords: tourist route, architectural monument, roadside service object, tourism, excursion display object.

Поступила в редакцию 14.01.2023 г.

УДК 697.1:728.03:628.92

ИНСОЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Ковальчук О. И.

старший преподаватель кафедры

«Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции»
Белорусский национальный технический университет

В работе рассмотрены основные подходы к проектированию энергоэффективных зданий: традиционный и экологический. Традиционный метод рассматривает здание как сложную систему, которая может быть «настроена» или оптимизирована посредством повышения степени ее изоляции и подбора инструментов климатизации. Экологический подход рассматривает здание как часть экосистемы и предлагает решать проблему его энергоэффективности с помощью других ее компонентов: использование энергии ветра, инсоляции и прочих возобновляемых источников. Т. е. для обеспечения здания энергией активно используются природно-климатический факторы.

Ключевые слова: энергоэффективность, инсоляция, микроклимат, теплопотери, экологический подход, солнцезащитное устройство, окружающая среда, возобновляемая энергия.

Введение. Понятие энергоэффективности достаточно широко используется сегодня в архитектуре и градостроительстве. Термин

подразумевает комплекс мер, направленных на повышение рационального использования энергетических ресурсов. Применительно к жилым и общественным зданиям это означает использование меньшего количества энергии для обеспечения комфортных параметров микроклимата помещений.

В настоящее время достаточно много научных публикаций посвящено проблеме энергоэффективности зданий. Как правило, все предложенные способы решения проблемы сводятся к повышению теплозащиты зданий, подбору систем климатизации и определению их оптимальных параметров. Однако этого сегодня недостаточно, т. к. здание следует рассматривать как один из элементов среды обитания. Их

РАЗДЕЛ 2 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АРХИТЕКТУРЫ

взаимоотношения выходят за рамки простых теплотехнических расчетов и являются предметом современных исследований.

Основная часть. Существуют различные подходы к проектированию энергоэффективных зданий. Первый из них (и наиболее распространенный) – техноцентрический или традиционный. При этом все здание представляется замкнутой системой и его энергоэффективность достигается путем усиления тепловой защиты и эксплуатации современных инженерно-технических средств.

В качестве инженерного оборудования энергоэффективных зданий могут использоваться следующие устройства и системы: тепловой насос, гелиоколлекторы, солнечные панели, конденсационные котлы, различные датчики, принудительная система вентиляции с рекуперацией, система утилизации тепла сточных вод и пр. Таким образом, повышаются капитальные затраты на строительство здания, но несколько снижаются эксплуатационные затраты.

Экономическую эффективность применения тех или иных проектных решений зачастую можно определить как соотношение затрат и полученного экономического эффекта (экономии энергоресурсов). Однако следует различать экономический эффект и экономическую эффективность. Чтобы определить эффективность, необходимо сопоставить полученный эффект с затратами, чтобы определить эффективность, поскольку может оказаться, что получение значительного эффекта достигается за счет огромных затрат. И тогда проект будет признан неэффективным [1, с. 84].

Энергоэффективным следует считать решение, когда потенциальная выгода превышает затраты. Т. е. имеет значение срок окупаемости инженерных систем.

Второй подход к проектированию энергоэффективных зданий – экологический. Он связывает здание и окружающую его среду в одну систему. При использовании этого подхода архитектор проектирует обменные процессы между зданием и внешней средой. Сегодня все чаще выбирают именно экологический подход, где «... при-

родно-климатические факторы эффективно используются в полном объеме для дополнительного энергообеспечения» зданий [2]. Важным элементом такой архитектуры является переход на возобновляемые источники энергии и минимизация использования невозобновляемых.

Одним из ресурсов, рассматривающихся в экологическом подходе к проектированию, является инсоляция. Ее можно отнести к тем природным благам (ресурсам), потребление которых одной группой населения не приводит к снижению их потребления другой группой населения [1, с. 88].

Солнце – самый важный источник энергии. Солнечное излучение – это электромагнитное излучение, в спектральном составе которого архитектора интересует ультрафиолетовый, видимый и инфракрасный участки спектра. При проектировании зданий мы, как правило, наиболее активно используем видимый свет, обеспечивая необходимую освещенность помещений через светопроемы. Чем полнее используются световые ресурсы климата – тем больше экономии энергии на освещение помещений. Однако вместе с естественным светом мы получаем и тепловое (инфракрасное), и ультрафиолетовое излучение.

Путем осознанного использования солнечного излучения возможно снизить количество энергии, потребляемой во время эксплуатации зданий. При этом важнейшую роль играет их ориентация. Это касается как освещения, так и поступления тепловой энергии.

При ориентации здания относительно сторон горизонта имеют значение положение Солнечной эклиптики, господствующее направление ветра, условия рельефа и градостроительная ситуация. Трудно при этом определить наиболее значимый из этих факторов [3, с. 5].

Продолжительность инсоляции – это период времени, в течение которого поверхности зданий облучаются прямым солнечным светом. Инсоляция может быть благоприятной или неблагоприятной. В нашем климате с осени до весны инсоляция будет обладать положительным эффектом, вклю-

чая тепловой, что поможет снизить теплопотери здания и уменьшить теплоотдачу системы отопления.

Единственным минусом инсоляции в этот период года может стать прямая блескость, т. к. высота стояния солнца невелика (рис. 1).

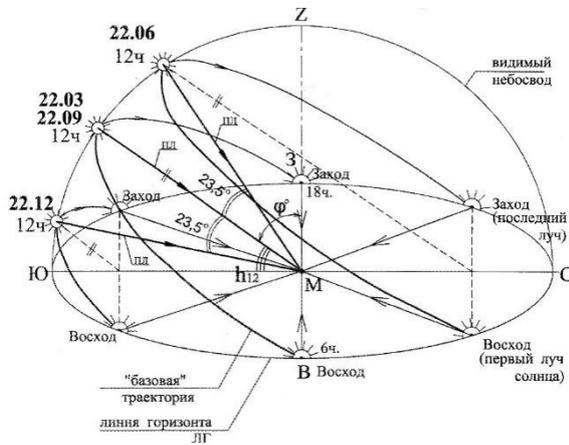


Рис. 1. Траектории движения и высота стояния солнца в основные периоды: дни весеннего и осеннего равноденствия, дни зимнего и летнего солнцестояния

Количество теплоты, которое усваивается поверхностью земли и находящимися на ней объектами, зависит от продолжительности облучения солнечными лучами и угла их падения.

Количество солнечной радиации, поступающей на стены здания (Q_v), рассчитывают по количеству радиации, приходящей на горизонтальную поверхность (Q_r), учитывая при этом и рассеянную радиацию (Q_p) по формуле:

$$Q_v = Q_r \times n + Q_p,$$

где n – коэффициент, который зависит от широты местности, времени года и ориентации стены здания.

Коэффициент n , в свою очередь, определяется по формуле:

$$n = \cos A / \cos h,$$

где A – угол между вертикалом солнца и нормалью стены;

h – высота стояния солнца [4, с. 17].

Приход солнечной радиации к стене зависит от угла падения прямых солнечных лучей и времени ее облучения, что, в свою очередь, определяется ориентацией стены по сторонам горизонта [5, с. 149].

Очевидно, что наклонные и вертикальные поверхности, ориентированные на южные румбы (ЮВ-Ю-ЮЗ), зимой получают в процентном отношении больше солнечной энергии, чем горизонтальные поверхности.

Вопреки сложившемуся мнению, облучение южной стены здания летом меньше, чем стен, ориентированных на другие румбы южной полушария. А в холодный период года облучение вертикальных стен, обращенных в южную полушария, больше, чем облучение горизонтальной поверхности (рис. 2). Это связано с сезонным изменением угла падения солнечных лучей на различно ориентированные поверхности.

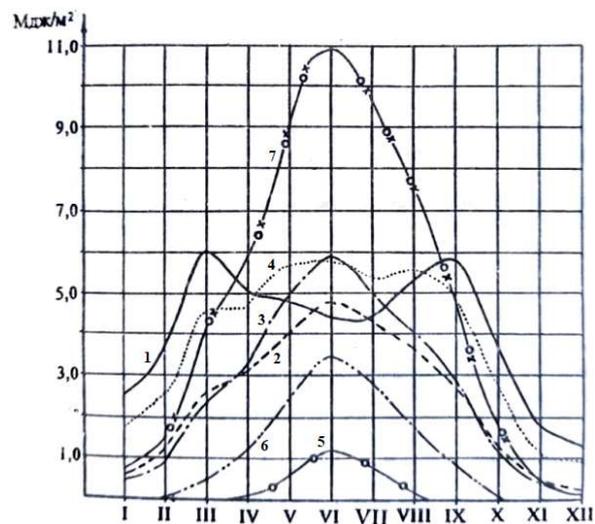


Рис. 2. Годовой ход суточных сумм прямой радиации, поступающей на стены различной ориентации (1 – Ю, 2 – СВ, 3 – В, 4 – ЮВ, 5 – С, 6 – СВ) и горизонтальную поверхность (7) в г. Минске при средних условиях облачности [6, с. 37]

Несмотря на то, что территория Беларуси располагается на 51° – 56° с. ш., существует проблема избыточной инсоляции помещений в теплый период.

Летом, когда путь солнца по небосводу и высота стояния солнца увеличиваются,

РАЗДЕЛ 2 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АРХИТЕКТУРЫ

инсоляция поверхностей (особенно горизонтальных) зачастую становится избыточной и неблагоприятной, чему способствует и значительная площадь остекления современных зданий. Нельзя не учитывать и долю радиации, которая проникает в помещения через застекленный светопроем. Можно считать, что при одинарном остеклении через окно проникает около половины радиации, падающей на стену, при двойном – около трети [5, с. 155]. Это приводит к формированию «нагревающего» микроклимата в помещениях (рис. 3).

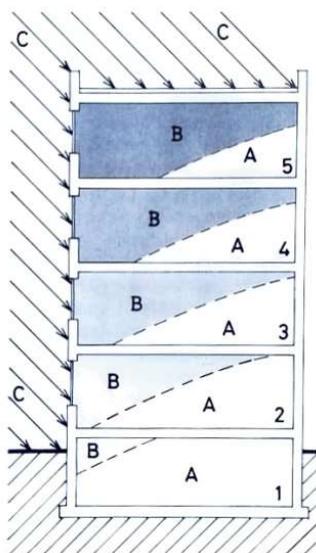


Рис. 3. Тепловые нагрузки от солнечного излучения: 1–5 – количество этажей;

А – внутреннее пространство;
В – степень внутреннего нагрева, вызванного внешней тепловой нагрузкой;
С – тепловые нагрузки от солнечного излучения [3, с. 128]

Для затенения малоэтажной застройки возможно использование зеленых насаждений. Затенение же зданий в городской застройке имеет ряд особенностей: оно более выражено в период с осени до весны; происходит преимущественно в утренние и вечерние часы; активно затеняются только нижние этажи зданий. В летний период, когда защита от избыточной инсоляции наиболее важна, тени от зданий наиболее коротки, что не дает возможности затенения фасадов противостоящих зданий даже на нижних этажах (это касается дневного времени, 11–16 часов).

Жители средних и высоких этажей обречены на использование простейших неэффективных солнцезащитных устройств (шторы и внутренние жалюзи) и инженерного оборудования (сплит-систем). Это, в свою очередь, приводит к избыточному потреблению электроэнергии (рис. 4).



Рис. 4. Здание ГП «Институт «Белстройпроект». Фасад юго-западной ориентации; для регулирования микроклимата помещений используются сплит-системы, некоторые оконные проемы изнутри закрыты листами фольги или шторами (фото автора)

Альтернативой в летний период может стать уменьшение времени инсоляции посредством продуманной ориентации здания и его планировки, проектирования размеров и пропорций оконных проемов, применения различного вида солнцезащитных устройств (СЗУ).

Спектр СЗУ, применяемых в современной архитектуре, велик: стационарные и динамичные, внутренние и наружные, проч. Они активно используются не только в южных странах, но и в расположенных севернее Беларуси [6]. СЗУ позволяют не только защитить помещение от перегрева, но и создать индивидуальный образ объекта. Очевидно, что пластика северного фасада может отличаться от пластика южного фасада – просто потому, что они ориентированы на разные румбы и им доступны различные светоклиматические ресурсы. Несомненно, применение таких устройств повысит капитальные затраты, но это будет эффективное решение.

Например, наружные устройства в виде козырьков и прочих выступающих элементов создают затенение на фасаде и этим предотвращают перегрев помещений (рис. 5–8).



Рис. 5. Кампус Университета.
Кольдин, Южная Дания



Рис. 6. Морская военная база.
Амстердам, Нидерланды



Рис. 7. Офисное здание для
фармацевтической компании по проекту бюро
Architects of Invention. Москва, Россия



Рис. 8. Академия Бернтвуда в районе
Уондсуорт. Лондон, Великобритания

Достаточно существенным недостатком помещений, имеющих стены южной ориентации, является зрительный дискомфорт. Это связано с тем, что прямая солнечная радиация сопровождается высоким уровнем яркости и резкими контрастами. Поэтому для помещений, предъявляющих высокие требования к зрительному комфорту, рекомендуется другая ориентация.

Кроме прямой и рассеянной солнечной радиации стены зданий получают и радиацию, отраженную от подстилающего слоя земли. Застройка населенных мест и их благоустройство оказывают большое влияние на поступление радиации к стенам, внося существенные изменения в радиационный баланс местности.

Взаимное затенение зданий в застройке, качество подстилающей поверхности (асфальт, плитка, газон, кустарники и деревья, щебень, проч.), озеленение улиц, количество

и расположение парков и скверов – все это создает индивидуальный и сложный характер радиационного режима города [6, с. 148].

Однако для рационального использования солнечной энергии основное значение имеет не поступающая, а поглощенная радиация.

Количество солнечной радиации, поглощенной поверхностями зданий, напрямую зависит от наружных отделочных материалов и их альбедо.

Альбедо (от лат. *Albus* – «белый») – это характеристика диффузной отражательной способности материала. Ниже приведены значения альбедо некоторых поверхностей (средние интегральные для всего спектра солнечного излучения (табл. 1) [5, с. 145].

Таблица 1

Поверхность	A, %
Асфальт темный	10–20
Асфальт светло-серый	25–30
Щебеночное покрытие	18
Бетон, покрытый белой штукатуркой	70
Бетон, покрытый темно-серой штукатуркой	30
Гранит светло-серый	35–40
Мрамор темный	70
Кирпич глиняный красный	25–30
Кирпич силикатный белый	45–55
Черепица красная	35–45
Железо кровельное оцинкованное	
Новое	32
тусклое	24
Рубероид светлый	28
Рубероид черный	14
Дерево неокрашенное желтое	40

Так, альбедо неоштукатуренной стены из красного кирпича около 30 %, а оштукатуренной и окрашенной белой краской – 70 %. Если первый вариант отделки использовать для северной стены, а второй – для южной, то радиация, ими поглощенная, будет примерно одинаковой (без учета прочих факторов).

Летом для помещений последних этажей с совмещенным покрытием источником избыточных теплопоступлений является плоская кровля, укрытая темным кровельным материалом. Уменьшить перегрев можно заменив кровельный материал на другой, с большим альбедо.

Еще одной современной тенденцией является проектирование «зеленой» кровли.

Такая кровля обладает большим сопротивлением теплопередаче, чем традиционная, что связано с ее конструктивными способностями. Альбедо зеленой кровли выше, чем у плоской кровли из рулонных материалов, что также позволяет избегать избыточных теплопоступлений летом и значительных теплопотерь в холодный период года.

Таким образом, применяя на фасадах и кровлях различные отделочные материалы и различно ориентированные в пространстве поверхности, возможно снизить тепловую нагрузку на здание летом и уменьшить теплопотери зимой.

Кроме того, на количество отраженной радиации, воспринимаемой стенами зданий, влияет и затенение территории у конкретного фасада. Так, перед южной стеной территория днем инсолируется (что увеличивает долю отраженной радиации), а перед северной стеной в дневной время наблюдается затенение [5, с. 155].

Заключение. В современной архитектуре Республики Беларусь наиболее часто применяется традиционный подход к энергоэффективному строительству. Приемы, характерные для экологического подхода, можно увидеть, как правило, в проектах малоэтажных гражданских зданий и индивидуальных жилых домов. Для расширения области применения такого подхода необходимо формировать у общества «энергоэффективное мышление», проводить научные исследования и экспериментальные апробации новых приемов и технологий.

Техноцентрический и экологический подходы решают одну и ту же задачу – формирование энергоэффективной архитектуры. Каждый из этих подходов имеет свои ограничения.

Традиционный (техноцентрический) подход позволяет повышать энергоэффективность зданий уже изученными и наработанными методами, что дает быстрый экономический эффект. Использование экологического подхода позволяет достичь синергетического эффекта в определенной временной перспективе. Однако их совместное применение позволит комплексно подходить к проблеме энер-

госбережения, что будет способствовать минимизации использования невозобновляемых ресурсов.

Литература:

1. Коробова, О. С. *Климат и человек* / О. С. Коробова, Т. В. Михина. – М.: Российский у–т дружбы народов, 2007. – 135 с.
2. *Суть энергоэффективных зданий. Энергоэффективные здания в контексте архитектурно-строительной экологии.* Болдырева В. В. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018002551>. – Дата доступа 21.01.2023
3. Косо, Й. *Солнечный дом* / Й. Косо. М.: Контэнт, 2008. – 173 с.
4. Холицевников, В. В. *Климат местности и микроклимат помещений* / В. В. Холицевников, А. В. Луков. – М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2001. – 199 с.
5. *Климат Минска* / М. А. Гольберг [и др.] – Мн.: Вышэйшая школа, 1976. – 288 с.
6. *Климат Беларуси* / В. Ф. Логинов, М. А. Гольберг, Г. В. Волобуева [и др.] – Мн.: Ин-т геол. наук АНБ, 1996. – 234 с.
7. Блинова, И. О. *Практика применения солнцезащитных устройств в европейских странах, расположенных севернее 50 параллели* / И. О. Блинова, К. Ю.

УДК 72.03 + 624.21

АРХИТЕКТУРА МОСТОВ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Сардаров А. С.

Доктор архитектуры, профессор, декан АФ БНТУ

Данная статья посвящается изучению исторического пути и эволюции развития архитектуры мостовых сооружений с древнейших времен до сегодняшнего времени. Выделяются основные функциональные назначения мостов и изучается влияние каждой из функций на их архитектурный облик. Приводятся примеры синтеза архитектуры, пластики и декоративного искусства в мостовых сооружениях различных стран в различные исторические периоды.

Ключевые слова: коммуникационные системы, архитектура мостов, синтез искусств.

Введение. Один из важнейших принципов, который заложен в систему пространственной организации жизнедеятельности людей (чем и занимается архитектура) – создание рациональных и удобных коммуникаций. Коммуникационные системы связей разделяются на несколько видов, в том числе на визуальные и физические. Жизнь человека, его трудовая деятельность и быт, во многом,

Осмоловская; науч. рук. О. И. Ковальчук // Актуальные проблемы архитектуры и градостроительства [Электронный ресурс]: материалы 76-ой студенческой научн.-технич. конф. БНТУ, 24 апреля – 12 мая 2020 г. / редкол.: Г. А. Потаев, Е. Е. Нитиевская, П. Г. Вардевяня. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 22–42.

INSOLATION AS A CRITERION FOR THE ENERGY EFFICIENCY Kavalchuk O. I.

Belarusian National Technical University

The paper considers the main approaches to the design of energy efficient buildings: traditional and ecological. The traditional method considers the building as a complex system that can be "tuned" or optimized by increasing the degree of its insulation and the selection of air conditioning tools. The ecological approach considers the building as part of the ecosystem and proposes to solve the problem of its energy efficiency with the help of its other components: the use of wind energy, insolation and other renewable sources. Those natural and climatic factors are actively used to provide the building with energy.

Keywords: energy efficiency, insolation, microclimate, heat loss, ecological approach, solar protection device, environment, renewable energy.

Поступила в редакцию 15.01.2023 г.

определяются визуальной ориентацией в пространстве и возможностями физической доступности.

Природа создала этот мир разнородным географически и климатически. Каждое местоположение на земле общества, государства, и отдельного человека определяют их коммуникационные возможности. В некоторых местах обитания, как известно, протекают естественные коммуникации – реки. С древнейших времен они обеспечивали человека водой, продуктами и давали возможность передвигаться. Садясь в челны, ладьи, на плоты, иногда вплавь, человек мог добраться на противоположный берег, или к соседям, также проживающим вдоль реки. Другой берег манил, и человек стал учиться у природы еще одному способу переправы – по упавшим поперек течения стволам деревьев. Так возникла **идея моста**.