



Климатические факторы, учитываемые при проектировании солнечных малоэтажных гражданских зданий в условиях Республики Таджикистан

Б.А. Гулямов, Р.М. Шокиров, Н.М. Каримов

Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими,

Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация: В данной статье проанализированы основные климатические показатели и рассмотрен отечественный и зарубежный опыт исследования и проектирования малоэтажных солнечных гражданских зданий в условиях Республики Таджикистан. Также на основе данных ряда ученых и предварительных исследований были рассмотрены основные принципы проектирования малоэтажных гражданских зданий с учетом местоположения в строительной зоне.

Ключевые слова: климат, температура, влажность, здание, солнечная радиация, проектирование, комфортность, строительство, инсоляция.

Целью исследования является повышение энергоэффективности малоэтажных гражданских зданий и обеспечение комфортности микроклимата помещения, использование солнечной энергии с учетом природно-климатических условий.

Республика Таджикистан расположена в самом северном субтропическом регионе земного шара, между $36^{\circ}40'$ - $41^{\circ}05'$ северной широты и $67^{\circ}31'$ - $75^{\circ}14'$ восточной долготы, считается одним из самых южных регионов Содружества Независимых Государств (СНГ). Микроклимат региона характеризуется большими сезонными изменениями температуры воздуха, интенсивной солнечной радиацией (жаркий климат в низменностях и низкие температуры в высокогорьях). Указанные характеристики климата определяют его характер и являются показателем континентальности климата Республики Таджикистан.

Следует отметить, что разнообразие природно-климатических условий Таджикистана требует использования специальных средств улучшения микроклимата дома в каждом из его регионов. Температура и влажность

воздуха являются характеристиками, наиболее характеризующими климат региона. По основным городам эти параметры в среднем за каждый месяц года приведены в ГНиП РТ 23-01-2018 «Строительная климатология» (рис.1).

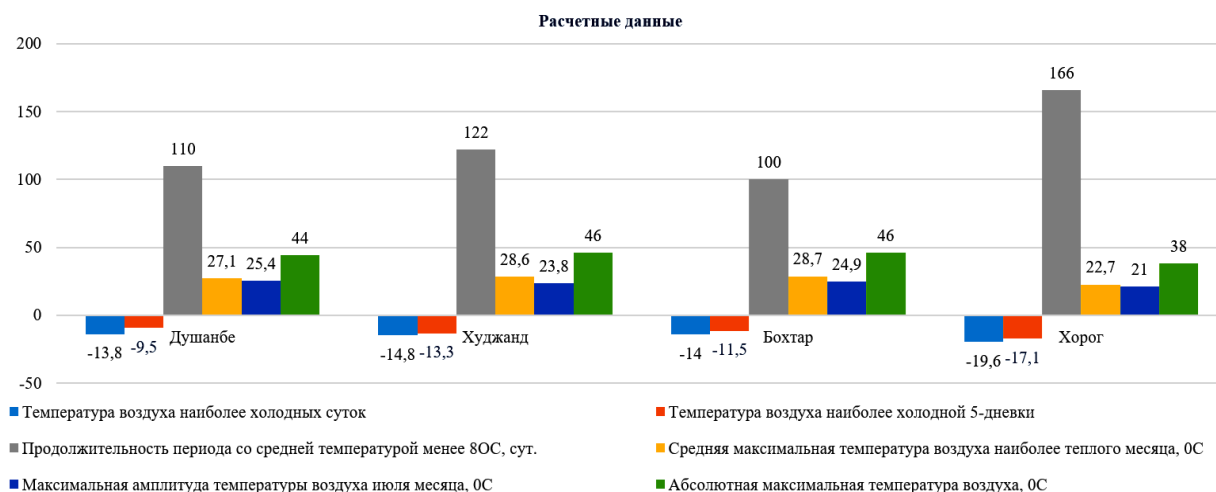


Рис. 1. - Климатические параметры холодного и теплого периодов года для городов Душанбе, Худжанд, Бохтар, Хорог.

В этом направлении рядом отечественных и зарубежных ученых проведены исследования по использованию солнечной энергии, энергоэффективности, энергосбережению и инсоляции. С.Ю. Гриценко, Ю.А.Зевина, И.М. Бородянский [1] проанализировали инсоляцию при проектировании зданий с помощью 3D-модели.

Якубовым Н.Х. [2] проанализированы и рассмотрены вопросы солнечной радиации здания, расположенного на строительной площадке, в зависимости от ориентации.

Инсоляция и солнечная радиация. Под инсоляцией подразумевается облучение земной поверхности, в том числе и различных поверхностей архитектурных объектов зданий, их комплексов и городов, прямой и рассеянной солнечной радиацией. При инсоляции фиксируется только приток радиации на горизонтальную, вертикальную или наклонную поверхности, то есть? факт их освещенности, в то время как при солнечной

радиации поверхность или предмет не только освещаются, но и нагреваются. При этом интенсивность инсоляции представляет количество энергии, приходящейся в единицу времени на единицу облучаемой поверхности и измеряется в Вт/м².

Инсоляция характеризуется качественными и количественными показателями. К качественным относятся время, продолжительность, состав излучения и площадь инсоляции. А к количественным - показатель количества радиации в виде света, ультрафиолета, измеряемого в Вт/м². Солнечная радиация формирует погоду и климат на нашей планете. Она может быть прямой и рассеянной. Прямая солнечная радиация имеет место при непосредственном освещении поверхности солнечными лучами. Рассеянная является следствием отражения прямой радиации от воздушных молекул, пыли, капель воды, находящихся во взвешенном состоянии в атмосфере, а также от окружающих предметов и поверхностей (зданий, земли, воды). Рассеянная радиация воспринимается всеми поверхностями, даже находящимися в тени. Её интенсивность, так же, как и прямой радиации, зависит от высоты стояния солнца над горизонтом. Величина прямой радиации зависит от прозрачности атмосферы. Максимум возможной интенсивности солнечной радиации на конкретной территории определяется широтой местности. Суммарная радиация складывается из прямой и рассеянной и зависит от широты местности, ее климатических особенностей и времени года.

Теплопоступление от солнечной радиации в $Q_{с.р.}$ (Вт/м²) на поверхность определяют по формуле:

$$Q_{с.р.} = q_{норм} \cdot \cos\theta \cdot k_{II}$$

где

$q_{норм}$ - поток солнечной радиации на нормальную к направлению лучей поверхность;

$k_{\text{п}}$ -коэффициент проникания солнечной радиации через лучепрозрачные поверхности.

θ -угол между направлением луча и нормалью к поверхности.

В районах с жарким климатом годовой приход суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность составляет 4,2 то 4,6 ГДж/м² [3].

Количество солнечной радиации, приходящейся на активную поверхность, зависит от географической широты, высоты стояния солнца (h_0), облачности, прозрачности атмосферы и высоты местности над уровнем моря.

Угол падения солнечных лучей уменьшается по мере удаления от экватора, но более длинные летние дни на далеких от экватора широтах могут компенсировать уменьшение потока солнечной энергии. Как показал Нигматов И.И. [3] это приводит к максимальной среднегодовой радиации в диапазоне широт от 30° до 45°. В то же время, наибольшая степень радиации в общем за год ближе к экватору, на широте около 15°.

В научной статье Шокирова Р.М. рассмотрены меры по снижению энергозатрат в зданиях с учетом использования нетрадиционных видов энергии, в том числе, солнечной [4].

Почоев М.М. в своих научных исследованиях рассматривал вопросы теплопроводности, теплозащиты и использования солнечной энергии в малоэтажных зданиях, особенно в сельских условиях [5].

При проектировании зданий архитекторы должны учитывать климатические условия района строительства. Необходимо использовать природные возможности, принимать меры по энергоэффективности, затенению и дневному свету, чтобы адаптироваться к климатическим особенностям региона [6]. В научных работах Хасанова Н.Н. и Шокирова

Р.М. [7, 8] приведены общая климатологическая характеристика Республики Таджикистана, составлены климатические паспорта регионов.

В статье [9] указано, что при проектировании важен правильный выбор материалов для ограждающих конструкций зданий. Ограждающие конструкции играют важную роль в регулировании теплопередачи. Покрытие ограждающих конструкций теплозащитными материалами ограничивает передачу тепла изнутри наружу зимой и снаружи вовнутрь летом.

В Республике Таджикистан одной из наиболее влиятельных организаций в масштабах СНГ является Открытое акционерное общество «Системаавтоматика», которое более 20 лет занимается вопросами современных технологий, связанных с использованием активной солнечной энергии.

В работе отечественного учёного Киргизова А.К. приведено, что климатические условия Республики Таджикистана очень благоприятны для использования солнечной энергии. Использование доступной солнечной энергии в Таджикистане могло бы удовлетворить целых 10-20% национального спроса на энергию. Большая часть потенциала не используется, тем не менее, Таджикистан делает шаги для использования некоторых из своих солнечных ресурсов для нагрева воды [10]. Суммарная солнечная радиация при ясном небе достигает $700-800 \text{ Вт/м}^2$ или $7,500-8,000 \text{ МДж/м}^2$ (рис. 2).

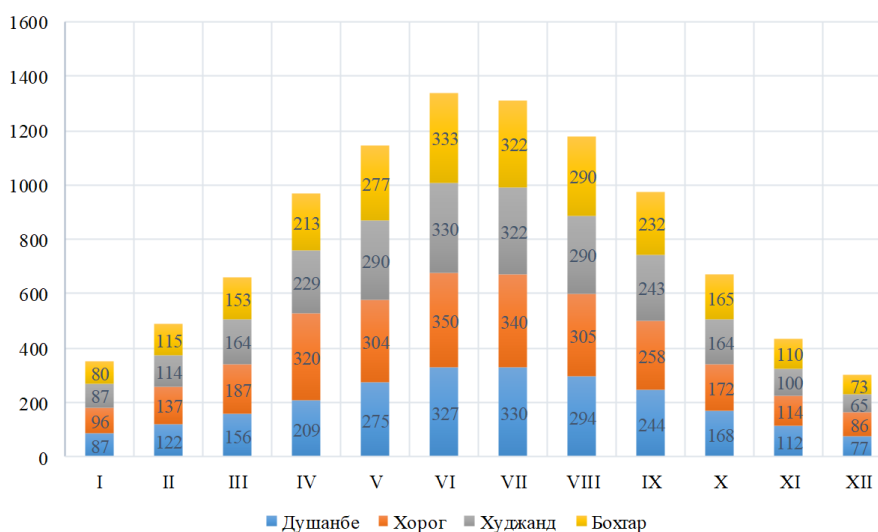


Рис. 2.- Показатели суммарной месячной солнечной радиации в городах Республики Таджикистан Вт/м².

Климатические факторы, влияющие на проектирование и строительство зданий. Основные экологические факторы, влияющие на комфортность среды помещения:

1. Температура наружного воздуха;
2. Влажность наружного воздуха;
3. Ветер, его повторяемость и скорость;
4. Солнечная радиация на разных уровнях для разных широт;
5. Суточный и годовой поток естественного света (рассеянного и общего), ясного неба и статистического неба;
6. Облачность, вероятность облачности, полуюсной и ясной погоды;
7. Сведения об осадках и снеге, снеговой нагрузке, вероятности и количестве переноса снега.

От этого зависит комфорт внутренней среды и долговечность зданий.

Комфортность помещений определяется настроением человека.

Факторы, влияющие на комфортность помещения:

- режим обогрева; - режим влажности; - воздушный режим (чистота воздуха и воздухообмен конструкции); - режим шума; - режим освещения; - инсоляция.

При правильном проектировании зданий, использовании систем солнечной защиты и специальных систем, задействующих солнечную энергию для горячего водоснабжения и отопления, потребление энергии при эксплуатации здания можно свести к минимуму.

При проектировании и строительстве здания должны быть учтены основные требования, в том числе, функциональные, технические, архитектурные, художественные и экономические, в целях обеспечения комфортного микроклимата.

Комфортность микроклиматической среды помещения, наряду с указанными требованиями, зависит также от климатических факторов, солнечной радиации, температуры и влажности наружного воздуха, дуновения ветра (рис. 3 и 4).

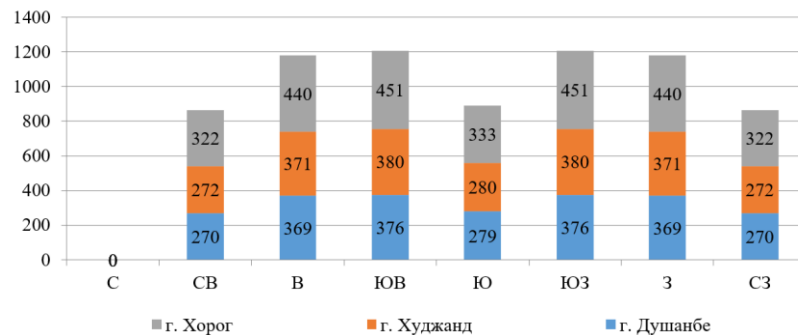


Рис. 3. - Солнечная радиация на вертикальные поверхности при безоблачном небе в городе РТ ($Вт/м^2$) в январе месяце



Рис. 4. - Солнечная радиация на вертикальные поверхности при безоблачном небе в городе РТ ($\text{Вт}/\text{м}^2$) в июле месяце

Действительно, сегодня сфера архитектуры и строительства развивается с огромной скоростью и современными методами.

Как мы знаем, природа и общество объединились в окружающей среде. Развитие природы зависит от общества, общество питает и преобразует природу, а также использует ее для строительства городов, зданий и сооружений. Ведь чистота окружающей среды в первую очередь влияет на здоровье общества и людей. С точки зрения архитектуры и строительства, искусственная среда, проектируемая и возводимая в природе, должна проектироваться и строиться с учетом природно-климатических условий строительной площадки, с учетом национальных и бытовых традиций и культурного уровня народа, а также использования возможностей природной среды и широкого использования местных материалов.

Одним из главных показателей климата является солнечная радиация. В климатологической науке её называют основателем климата. Внешний вид самого климата и его показатели во многом зависят от солнечной радиации. Следует отметить, что в каждом регионе солнце светит по-разному. Собственно говоря, в архитектуре и строительстве радиация солнца определяется в зависимости от географической широты. Солнечный свет разный во всех направлениях, он попадает прямо на здания и землю и рассеивается. При проектировании зданий прямой и рассеянный солнечный свет (рис.5) на горизонтальных и вертикальных поверхностях может учитываться, согласно действующим нормам.

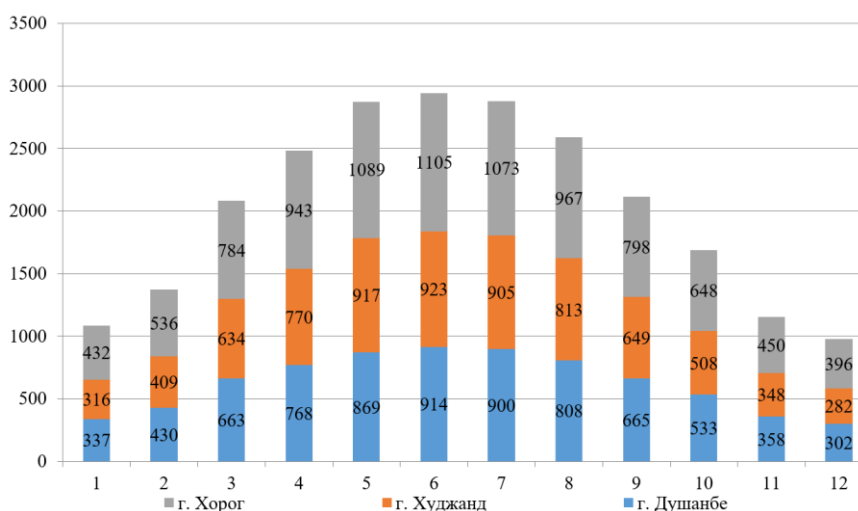


Рис. 5. – Суммарная солнечная радиация прямая и рассеянная на горизонтальную поверхность при безоблачном небе в июле месяце в городах РТ ($Вт/м^2$)

Для наилучшего проектирования и строительства необходимо учитывать климатические факторы, ухудшающие комфортность строений, снижающие их безопасность, вызывающие преждевременную усталость строительных материалов и даже повреждение зданий. Комфортность здания может быть нарушена солнечной радиацией, повышенной яркостью, температурными колебаниями, осадками, влажностью, движениями загрязнения воздуха.

Территория Республики Таджикистан расположена на высоте от 362 до 3576 м над уровнем моря. Во многих литературных источниках количество солнечных дней в Республике Таджикистан превышает 300 дней. В ходе реальных исследований в городах Душанбе, Хорог, Худжанд и Бохтарн Республики Таджикистан в 2022 году было определено количество солнечных дней (рис. 1.6).

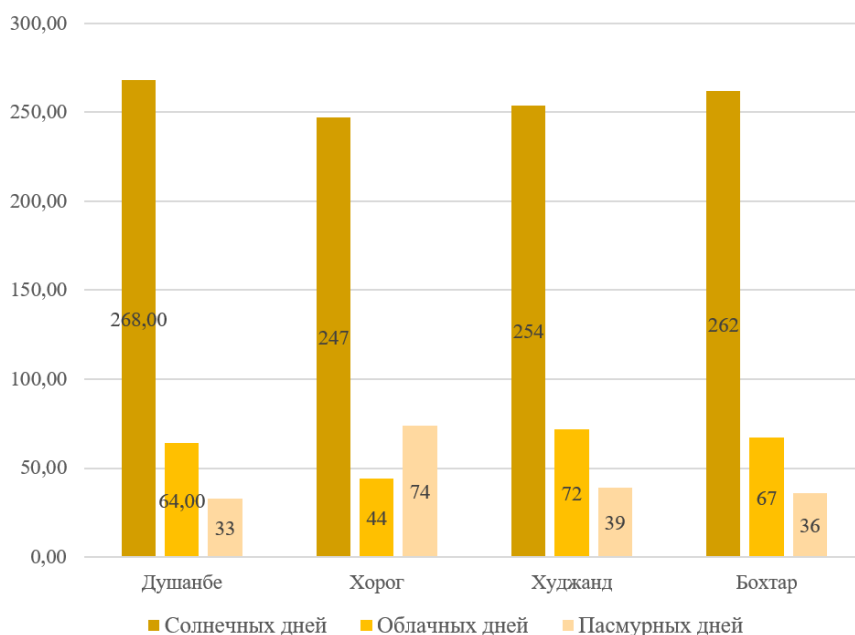


Рис. 6. -Число солнечных, облачных и пасмурных дней в 2022 году для городов Республики Таджикистан

В ходе натурных и теоретических исследований определено, что в Республике Таджикистан количество солнечных дней около 250, эффективное использование актуально в малоэтажных гражданских зданиях с учетом объёмно-планировочных и конструктивных решений.

В целях повышения энергоэффективности малоэтажных гражданских зданий в данной работе рекомендуются основные принципы использования солнечной энергии пассивным способом в климатических условиях Республики Таджикистан.

Отечественный и зарубежный опыт исследования и проектирования солнечных домов показал, что применение солнечных систем весьма актуально, целесообразно и экономично и позволяет снизить расход энергии в процессе эксплуатации зданий.

Литература

1. Гриценко С.Ю., Зевина Ю.А., Боромянский И.М. Анализ инсоляции при проектировании комплексов зданий // Инженерный вестник Дона, 2021, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2021/7089.

2. Якубов Н.Х. Основы проектирования бесчердачных крыш в условиях жаркого климата: Душанбе, 1993. 136 с.
 3. Нигматов И.И. Особенности архитектурно-строительного проектирования зданий, возводимых в условиях жаркого климата Центральной Азии. Душанбе, 1993. 216 с.
 4. Шокиров Р.М. Повышение энергоэффективности зданий в Республике Таджикистан //Инженерный вестник Дона, 2022, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7505/.
 5. Поччоев М.М. Повышение теплозащитных свойств ограждающих конструкций сельских жилых зданий с эффективной теплоизоляцией и использованием солнечной энергии // Дисс....канд. техн. наук. Душанбе, 2019. 125 с.
 6. Zhixing Li, Yukai Zou, Mimi Tian and Yuxi Ying Research on Optimization of Climate Responsive Indoor Space Design in Residential Buildings// Buildings 2022, 12, 59. URL: doi.org/10.3390/buildings12010059.
 7. Хасанов Н.Н. Социальные комплексы для детей с ограниченными функциональными возможностями в условиях Таджикистана // дисс....доктора архитектуры. Душанбе, 2019. 268 с.
 8. Шокиров Р.М. Принципы проектирования учебно-воспитательных учреждений для детей с нарушением опорно-двигательного аппарата (для условий республики Таджикистан) // дис. доктор PhD/, Душанбе, 2019, 169 с.
 9. Alfraidi Yahya, Boussabaine Abdel Halim. Design Resilient Building Strategies in Face of Climate Change //World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Structural, Construction and Architectural Engineering Vol:9, No:1, 2015 URL: publications.waset.org/10000292
 10. Киргизов А.К. Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределенными возобновляемыми
-

источниками энергии методами искусственного интеллекта: на примере Республики Таджикистан // автореферат диссертации/ Томск, 2017. 22 с.

References

1. Gritsenko S.Y., Zevina Yu.A., Borodiansky I.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2021/7089.
2. Yakubov, N.KH. Osnovy proyektirovaniya bescherdachnykh krysh v usloviyakh zharkogo klimata. [Basics of designing roofless roofs in hot climates] Dushanbe, 1993 136 p.
3. Nigmatov, I.I. Features of architectural and construction design of buildings erected in the hot climate of Central Asia. [Features of architectural and construction design of buildings erected in the hot climate of Central Asia]. Dushanbe. 1993. 216 p.
4. Shokirov R.M Inzhenernyj vestnik Dona. 2022, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7505
5. Pochchoyev, M.M. Povysheniye teplozashchitnykh svoystv ograzhdayushchikh konstruktsiy sel'skikh zhilykh zdaniy s effektivnoy teploizolyatsiyey i ispol'zovaniyem solnechnoy energii [Increasing the thermal insulation properties of enclosing structures of rural residential buildings with effective thermal insulation and the use of solar energy] diss....kand. tekhn. nauk. Dushanbe, 2019. 125p.
6. Zhixing Li, Yukai Zou, Mimi Tian and Yuxi Ying Buildings 2022, №12-59. URL: doi.org/10.3390/buildings12010059/
7. Khasanov, N.N. Sotsial'nyye kompleksy dlya detey s ogranichennymi funktsional'nymi vozmozhnostyami v usloviyakh Tadzhikistana хъ [Social complexes for children with limited functional abilities in the conditions of Tajikistan] diss....doktora arkhitektury. Dushanbe, 2019. 268 p.



8. Shokirov, R.M. Printsipy proyektirovaniya uchebno-vospitatel'nykh uchrezhdeniy dlya detey s narusheniyem oporno-dvigatel'nogo apparata (dlya usloviy respubliki Tadjikistan) [Principles for designing educational institutions for children with musculoskeletal disorders (for the conditions of the Republic of Tajikistan)] dis. doktor PhD/, Dushanbe, 2019. 169 p.

9. Alfraidi Yahya, Boussabaine Abdel Halim. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Structural, Construction and Architectural Engineering, 2015. Vol: 9, №1. URL: publications.waset.org/10000292.

10. Kirgizov A.K. Razvitiye i optimizatsiya rezhimov elektroenergeticheskoy sistemy s raspredelennymi vozobnovlyayemyimi istochnikami energii metodami iskusstvennogo intellekta: na primere Respubliki Tadjikistan [Development and optimization of power system modes with distributed renewable energy sources using artificial intelligence methods: the example of the Republic of Tajikistan] avtoreferat dissertatsii/, Tomsk. 2017, 22 p.

Дата поступления: 26.11.2023

Дата публикации: 14.01.2024