



Respublikada bino va inshootlarni barqaror va ishonchli energiya tizimlari bilan ta'minlash

Nilufar R. Avezova^{1,2}, Akrom M. Mirzaboyev^{3,2}, Oybek S. Ro'ziyev⁴

¹ DSc, prof. Farg'ona politexnika instituti, Farg'ona, O'zbekiston; avezovanr@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4298-1041>

² DSc, prof. .OOO Solar Designs, Toshkent, O'zbekiston;

³ DSc, prof. "TIQXMMF" Milliy tadqiqot universiteti, Toshkent, O'zbekiston; mirsolar@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5223-7160>

⁴ Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti, Toshkent, O'zbekiston oybekruziev@gmail.com <https://orcid.org/0009-0009-2138-5310>

Dolzarbli: dunyo aholisining o'sishi, shuningdek, iqtisodiyotning rivojlanishi tufayli energiya iste'molining oshishi, sotib olingan energiya resurslari narxining ko'tarilishi va qazib olinadigan energiya resurslari zahiralarning kamayishi energiya tejash usullarini takomillashtirishni talab qiladi. Shu munosabat bilan bino va inshootlarni qurishda energiya tejash dasturlarini amalga oshirish nuqtai nazaridan energiyani oqilona iste'mol qilishga, shuningdek qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishga o'tishga qaratilgan yangi muhandislik yondashuvlarini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

Maqsad: ushbu maqola respublika iqtisodiyotining dolzarb va zarur vazifalaridan biri bo'lgan bino va inshootlarni energiya bilan ta'minlash tizimlarida qayta tiklanuvchi energiya manbalari va yashil texnologiyalarga asoslangan energiya tizimlarini ishonchli o'rnatish, barqaror ishlashi va xavfsiz foydalanishni baholash masalalariga bag'ishlangan. Yashil texnologiya uchun me'yoriy hujjatlarni ishlab chiqishda duch kelishi mumkin bo'lgan to'siqlar ko'rib chiqiladi. Zaruriy me'yoriy hujjatlarini ishlab chiqish va takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar va aniq qadamlar taklif etiladi.

Usullar: qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosidagi energiya qurilmalari va ular asosidagi tizimlarni qo'llash sohasidagi mavjud standartlarni tizimli tahlilini bajarish asosida ularni amaliyotga tatbiq etishga yangi yondashuvlar taklif etiladi.

Natijalar: qayta tiklanadigan energetika sohasidagi mavjud SHNK va standartlarning qayta ishlash, qo'shimchalar va o'zgartirishlar kiritish uchun zarur ro'yxati aniqlandi, shuningdek, bu sohadagi ishlab chiqish uchun zaruriy metodikalar tavsiya etildi.

Kalit so'zlari: energiya samaradorligi, yashil texnologiyalar, kommunal va ijtimoiy ob'ektlar, passiv uy, fotovoltaiik tizimlar, quyosh suv isitgichlari.

К вопросу обеспечения зданий и сооружений республики устойчивыми и надежными энергосистемами

Нилуфар Р. Аvezова^{1,2}, Акром М. Мирзабаев^{3,2}, Ойбек С. Рузиев⁴

¹ DSc, проф. Ферганский политехнический институт, Фергана, Узбекистан;

avezovanr@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4298-1041>

² DSc, проф. .OOO Solar Designs, Ташкент, Узбекистан;

³ DSc, проф. Национальный исследовательский университет ТИИИМСХ, Ташкент, Узбекистан; mirsolar@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5223-7160>

⁴ Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Узбекистан oybekruziev@gmail.com <https://orcid.org/0009-0009-2138-5310>

Актуальность: увеличение объема энергопотребления в связи с ростом населения земного шара, а также развитие экономики, удорожание энергоресурсов и уменьшение их запасов требуют развития методов энергосбережения в строительной сфере. В связи с этим важна разработка новых инженерных подходов, направленных на рациональное потребление энергии, а также переход на возобновляемые источники энергии, с точки зрения реализации программ энергосбережения в сфере строительства и эксплуатации зданий и сооружений, что является одним из секторов экономики с большим потенциалом энергосбережения.

Цель: данная статья посвящена вопросам оценки надежной установки, устойчивой работы и безопасного применения энергосистем на основе возобновляемой энергетики и зеленых технологий в системах энергоснабжения зданий и сооружений, что является одной из актуальных и востребованных задач экономики республики. Рассмотрены барьеры при масштабировании зеленых технологий по части нормотворчества. Предложены рекомендации по доработке необходимых руководящих документов и конкретные шаги по их усовершенствованию.

Методы: на основе системного анализа существующего нормотворчества в области применения энергоустановок и систем на их основе в области возобновляемой энергетики, предложены новые подходы по их практической реализации.

Результаты: выявлен и рекомендован необходимый перечень ШНК (градостроительные нормы и правила) и стандартов в области возобновляемой энергетики для внесения дополнений и изменений, а также по разработке соответствующих руководств и методик.

Ключевые слова: энергоэффективность, зеленые технологии, коммунально-бытовые и социальные объекты,

For citation: Avezova N.R., Mirzabaev A.M., Ruziev O.S. On the issue of providing buildings and structures of the republic with stable and reliable energy systems. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2024, no. 1-2, pp. 50–55. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13067503>

Received: 23.04.2024

Revised: 12.05.2024

Accepted: 14.06.2024

Published: 22.07.2024

Copyright: © Nilufar R. Avezova, Akrom M. Mirzabaev, Oybek S. Ruziev, 2024. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



пассивный дом, фотоэлектрические системы, солнечные водонагреватели.

On the issue of providing buildings and structures of the republic with stable and reliable energy systems

Nilufar R. Avezova^{1,2}, Akrom M. Mirzaboyev^{3,2}, Oybek S. Ruziyev⁴

¹ DSc, prof. Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan; avezovanr@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4298-1041>

² DSc, prof. OOO Solar Designs, Tashkent, Uzbekistan;

³ DSc, prof. National Research University "TIAME", Tashkent, Uzbekistan; mirsolar@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5223-7160>

⁴ Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan oybekruziev@gmail.com <https://orcid.org/0009-0009-2138-5310>

Relevance: the magnification in energy consumption due to the growth of the world's population, as well as the development of the economy, the rise in prices of purchased energy resources, and the decrease in reserves of fossil energy resources require the creation of energy saving methods in the construction sector. In this respect, it is important to develop new engineering approaches aimed at rational energy consumption, as well as the transition to renewable energy sources, from the point of view of implementing energy saving programs in the construction of buildings and structures, which is one of the economic sectors with great potential.

Aim: this article is devoted to the issues of assessing reliable installation, sustainable operation and safe use of energy systems based on renewable energy and green technologies in energy supply systems of buildings and structures, which is one of the urgent and demanding tasks of the republic's economy. Barriers to scaling green technologies in terms of rulemaking are considered. Recommendations for finalizing the necessary guidance documents and specific steps for their improvement are proposed.

Methods: scientific analytical methods of scientific theoretical knowledge on the issue of providing a stable and reliable energy system for the buildings and constructions of the Republic were used.

Results: the use of an integrated approach to energy saving and energy efficiency in the construction and use of residential buildings and structures was explained.

Keywords: energy efficiency, green technologies, communal and social facilities, passive house, photoelectric systems, solar water heaters.

1. Введение (Introduction)

В мире, в связи с ростом населения, увеличением объема энергопотребления, а также развитием экономики, увеличением затрат на приобретение энергоресурсов, уменьшением запасов добываемых энергоресурсов возникает необходимость создания энергоэффективных методов в жилищном строительстве. В связи с тем, что строительство зданий и сооружений является одним из секторов экономики с большим потенциалом в плане реализации программ энергосбережения, вопросы разработки новых инженерных подходов, направленных на рациональное энергопотребление, а также переход на возобновляемые источники энергии в рассматриваемом секторе становятся важными задачами.

В республике реализуются комплексные меры по повышению энергоэффективности в отраслях экономики, в том числе по снижению энергопотребления от сети за счет использования солнечной энергии при строительстве и эксплуатации жилых зданий, административных и социальных объектов. Это способствует сохранению запасов углеводородов для будущих поколений и смягчению экологической обстановки, и здесь достигнуты определенные результаты.

Отметим, что в Узбекистане удельное энергопотребление в зданиях колеблется от 150 до 690 кВт·ч/м² в год, что в 2-3 раза больше, чем в развитых странах мира. Известно, что технический потенциал солнечной энергии в Узбекистане составляет порядка 179 млн. т.н.э. В связи с этим есть реальные возможности снизить потребление энергии от сети при обеспечении домов с использованием технологий солнечной энергетики в виде пассивных и активных солнечных систем в зданиях [1-7]; такие системы при оптимальном проектировании могут снизить потребность энергии на кондиционировании - до 54%, а на отопление - до 87% в зданиях.

В связи с этим, в Стратегии действий по дальнейшему развитию Нового Узбекистана на 2022-2026 годы отмечены важные задачи по «...повышению энергоэффективности экономики на 20% и сокращению объема вредных газов, выбрасываемых в воздух на 20% к 2026 году за счет активного внедрения технологий «зеленой экономики» во все отрасли». При реализации поставленных задач, в том числе в системах теплоснабжения, которые используют основную часть энергоресурсов в зданиях и сооружениях, большое значение имеет применение новых энергоэффективных теплоизоляционных материалов и технологий, инженерных решений и подходов, направленных на энергосбережение в рассматриваемых системах, применение зеленых технологий, выбор и оптимизация их параметров, а также обоснование схем безопасной интеграции к существующей энергосистеме.



Решение вышеуказанных задач в определенной степени служит выполнению Закона №ЗРУ-628 от 14 июля 2020 г. «О рациональном использовании энергии» (в новом издании), Закона №ЗРУ-539 от 21.05.2019 г. «Об использовании возобновляемых источников энергии», Указов и Постановлений Президента Республики Узбекистан, таких как № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022 -2026 годы», № ПП-4477 от 4 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 годы» и № ПП-4422 от 22 августа 2019 года «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой области [8,9].

2. Методы и материалы (Methods and materials)

Несмотря на то, что в последнее время увеличивается количество исследований, проводимых в отношении практического применения зеленых технологий, основными показателями которых являются их стоимость, простота использования и относительно высокий КПД, малоизученными остаются такие вопросы как: управление и регулирование режимов электроснабжения; интеграция возобновляемых источников энергии к энергосистеме, оценка возможного потенциала замещения ВИЭ с привязкой к местному климату; малоизучены выбор и обоснование дизайна объекта, теплового и светового комфорта, выполнение гигиенических требований к инсоляции и солнцезащите жилых помещений; необходимы дополнительные исследования по выбору строительных материалов по соответствию требованиям микроклимата в помещениях, а также по учёту других факторов [10].

При этом также необходимо отметить, что большинством ШНК диктуются нормативные значения искомым параметров, которые необходимо придерживаться при проектировании и строительстве объектов. Однако самые доступные с технико-экономической точки зрения инженерные подходы, правила и методы расчетов их основных показателей не всегда представлены полноценно. В разработанных руководствах также недостаточно представлены методики по проведению необходимых расчетов. В связи с этим, в большинстве зарубежных стран нормативные документы, такие как строительных нормы и правила, разрабатываются отдельно [11-12].

3. Результаты (Results)

Изучение передовых методов и нормативов международных практик диктует необходимость внести коррекцию и изменения в национальную нормативную базу, разработать новые строительные нормы и правила (СНиПы), дающие возможность управления и регулирования потребления энергии в зданиях страны. Ниже представлен список необходимых ШНК (СНиПов) с целью их доработки или переработки.

Ряд строительных норм и правил должны быть переработаны для разработки стандартов и реализации деятельности в области управления и регулирования потребления энергии в зданиях Узбекистана, такие как: Организация строительства, Градостроительство: Планировка и застройка городских и сельских поселений, Внутренний водопровод и канализация зданий; Общественные здания административного назначения; Жилые здания; Строительная климатология; Общественные здания административного назначения; Здания жилые многоквартирные; Административные и бытовые здания; Отопление, вентиляция и кондиционирование; Строительная теплотехника; «Нормы энергопотребления на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха зданий и сооружений».

Следующие строительные нормы и правила должны быть заново разработаны с целью установления количественных и качественных индикаторов для нормирования регулирования потребления энергии в зданиях Узбекистана: Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена; Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий; Здания жилые и общественные; Параметры микроклимата в помещениях; Тепловая изоляция зданий; Проектирование тепловой изоляции зданий.

Следующие стандарты (методы и методики) должны быть переработаны для реализации деятельности в области контролирования потребления энергии в зданиях Узбекистана, такие как: Метод расчета энергопотребления при отоплении, охлаждении, вентиляции, освещении и горячем водоснабжении; Конструкции домов и сооружений. Стеклопакеты строительного назначения; Метод определения сопротивления атмосферным влияниям и оценки долговечности; Индекс энергоэффективности зданий. Расчет энергопотребления зданий при отоплении, охлаждении и горячего водоснабжения (на 1 м³). Удельный расход годовой энергопотребления зданий [13].

Также должны быть разработаны следующие документы:



- Руководство по расчетной оценке тепло-влажностного состояния ограждающих конструкций;
- Руководство по определению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;
- Руководство по проектированию, разработке и составлению энергетического паспорта домов при новом строительстве и реконструкции;
- Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий;
- Руководство по расчету показателя безопасного коэффициента замещения традиционных энергоресурсов, расходуемых для нужд электро- и теплоснабжения из ВИЭ.
- Руководство по оценке безопасной установки зеленых технологий на крышах и фасадах зданий.

Принятые своевременные и необходимые усиленные меры по энерго- и ресурсосбережению руководством страны в строительном секторе, а именно касательно жилого и коммунально-бытового сектора, диктуют необходимость внесения серьезных изменений в принятые КМК и ШНК по применению солнечных технологий. Например, “КМК 2.04.16-2018 Солнечные устройства горячего водоснабжения”, включающий методику расчета показателей годового энергообеспечения зданий, необходимо дополнить следующими материалами:

- по определению показателей, позволяющих экономить первичные энергоресурсы в системе за счет использования солнечной системы горячего водоснабжения;
- по определению экологических показателей за счет экономии первичных энергоресурсов в системе за счет использования солнечной системы горячего водоснабжения;
- по определению коэффициента замещения топлива в системе горячего водоснабжения.

На основе полученных результатов необходимо обновить и дополнить нормы затрат энергии на подогрев 1 м³ воды в ГВС [13].

При проектировании зданий, которые предполагается оборудовать солнечными установками горячего водоснабжения необходимо:

1. Четко расписать требования по размещению внутри здания баков-аккумуляторов солнечной системы горячего водоснабжения.
2. При размещении массива солнечных коллекторов на крыше здания с учетом нагрузки, которая может приходиться на крышу (включая снег и дождь), необходимо указать точные требования по нагрузке на крышу здания.
3. Показать решения по установке автоматики и счетчиков в интегрированных системах традиционного и нетрадиционного горячего водоснабжения [14].

При этом на основе вышепредложенных рекомендаций также необходимо пересмотреть нормы расходов энергии в системе горячего водоснабжения и необходимо дополнить КМК 2.04.13-20 «Котельное оборудование» технологиями комбинированного использования солнечно-топливных систем теплоснабжения, активных систем солнечного теплоснабжения.

Другой, немаловажный по значимости новоразработанный и введенный в действие ШНК 2.04.15-2022 "Фотоэлектрические станции" по части проектирования фотоэлектрических станций и установки их на крышах зданий и сооружений необходимо дополнить следующими важными пунктами:

- требования по охране труда на момент установки и эксплуатации солнечных панелей, а также на момент реконструкции требования к конструктивным элементам солнечных панелей [15];
- требования и правила приемки фотоэлектрической станции в целом, после монтажа и подключение последнего, между Заказчиком и Исполнителем;
- требования по надежному и безопасному подключения фотоэлектрических станций к абоненту, а также к низковольтной энергетической сети;
- правила и методика оценки устойчивости крыши здания для безопасной установки фотоэлектрической станции с учетом архитектуры здания и с привязкой к местным климатическим показателям таким как, скорость ветра, неравномерная снеговая нагрузку и другим;
- методика оценки себестоимости проекта установки фотоэлектрических станций в соответствии с Положением, касательно определения стоимости проектно-исследовательских работ, №3180 от 9.09.2019 года утвержденной Министерством юстиции РУз [11,16].

Отметим, что вышеперечисленные требования и правила необходимы для полноценного действия ШНК 2.04.15-2022 "Фотоэлектрические станции", а также касаются “КМК 2.04.16-2018 Солнечные устройства горячего водоснабжения” [16].

4. Обсуждение (Discussion)

В настоящее время большинством государств принят и гармонизирован с национальными стандартами Международный стандарт IEC/TS 62548:2016 "Техническая спецификация фотоэлектрических (PV) массивов - требования к проектированию" (Technical Specification



Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements), но в нашей республике этот стандарт не действует. Отметим, что данный стандарт распространяется на все комплектующие фотоэлектрической станции в целом, включая устройства накопления энергии и оборудование для преобразования энергии или нагрузки.

Стандарт ИЕС 62938:2020 "Фотоэлектрические (PV) модули - испытание на неравномерную снеговую нагрузку" считается важным при оснащении зданий солнечными панелями, но этот стандарт также не действует на территории Республики Узбекистан. При этом необходимо отметить что стандарты, учитывающие такие показатели как роза ветров, максимальная скорость ветра на местности и на высотах 15м и выше, также не разработаны и не приняты [16].

В стране отсутствуют стандарты по безопасной реконструкции, модернизации, утилизации оборудования зеленых технологий (после завершения срока их службы), и принятия решений по вариантам: модернизация, продление срока службы или вывод из эксплуатации.

5. Заключение (Conclusion)

Вышеприведённый критический анализ показывает, что нормативно-правовая база республики недостаточна для принятия полноценных решений по безопасной установке и эксплуатации на крышах и фасадах зданий энергетических систем на основе солнечных технологий. В связи с этим новые редакции ШНК по внедрению зеленых технологий в быту необходимо дополнить стандартами безопасности, так как могут возникнуть сбои и перебои в работе систем, особенно при их массовой установке и эксплуатации.

Отметим, что к вопросам энергосбережения и энергоэффективности при строительстве и эксплуатации жилых зданий и сооружений должен применяться комплексный подход. Синергия предложенных мероприятий, а именно усиление требований по повышению энергоэффективности в зданиях и применение в них энергосистем на основе возобновляемой энергетики, даст свой серьезный резонанс в ближайшие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авезов Р., Авезова Н., Рахимов Э., Куралов М., Абдухамидов Д. Лучепоглощательная способность помещений с инсоляционной пассивной системой отопления //Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология – 2017. – № 7-9. – С. 34–42. DOI:10.15518/isjaee.2017.07-09.034-042 (дата обращения 25.05.2024).
2. Пахалуев В., Щеклеин С., Матвеев А. Гелиосистема с сезонным аккумулятором теплоты // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология – 2018. – № 1-3. – С. 17-25. <https://doi.org/10.15518/isjaee.2018.01-03.017-025>. (дата обращения 25.05.2024).
3. Шепс Р., Головинский П., Щукина Т., Яременко С. Тепловые потоки в пассивной многослойной солнечной панели // Альтернативная энергетика и экология – 2018. – № 7– 9. – С. 55–62. <https://doi.org/10.15518/isjaee.2018.07-09.055-062> (дата обращения 25.05.2024).
4. Samiev K.. Heat efficiency of complex translucent barrier with partially absorbing layer and airway in passive solar insolation heating systems // Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika) – 2008. – Том 44.– №4. – С. 291–294. DOI:10.3103/S0003701X08040142 (дата обращения 25.05.2024).
5. Авезова Н., Садыков Ж. Влияние термического сопротивления коллекторно-аккумулирующей стены пассивных систем солнечного отопления на их коэффициент замещение тепловой нагрузки // Гелиотехника – 2012 – №1. – С.48-53. DOI:10.3103/S0003701X12010045 (дата обращения 25.05.2024).
6. Samiev K.. Simulation of thermal regime of room, heated by passive insolation solar heating systems with three-layer ventilated translucent barriers // Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika) – 2009. – Том 45– №4. – С. 298–302. DOI:10.3103/S0003701X09040197 (дата обращения 25.05.2024).
7. Harkouss F., Fardoun F., Biwole P. Passive design optimization of low energy buildings in different climates, Energy –2018. – Vol 165. – Part A. – С. 591–613. (дата обращения 25.05.2024).
8. «О рациональном использовании энергии» (в новом издании). /Закон Республики Узбекистан – 2020. – № ЗРУ-628. (дата обращения 25.05.2024). (дата обращения 25.05.2024).
9. «Об использовании возобновляемых источников энергии». /Закон Республики Узбекистан – 2020. – № ЗРУ-539. – (дата обращения 25.05.2024).
10. «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы». /Указы и Постановления Президента Республики Узбекистан. –2022 – № УП-4477. (дата обращения 25.05.2024).
11. «Об утверждении стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 годы». /Постановления Президента Республики Узбекистан– 2019. – № ПП-4477 (дата обращения 25.05.2024).



12. «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии». / Постановления Президента Республики Узбекистан – 2019. –№ ПП-4422. года.(дата обращения 25.05.2024).
13. "Нормы энергопотребления для отопления, вентиляции и кондиционирования зданий и сооружений". / (Нормы и правила Министерства строительства Республики Узбекистан – 2018. –КМК 2.01.18. (дата обращения 25.05.2024).
14. "Жилые здания". / Нормы и правила Министерства строительства Республики Узбекистан – 2019. – ШНК 2.08.01. (дата обращения 25.05.2024).
15. "Фотоэлектрические станции". / Нормы и правила Министерства строительства Республики Узбекистан – 2022. – ШНК 2.04.15 .(дата обращения 25.05.2024).
16. "Солнечные водонагревательные устройства". /Нормы и правила Министерства строительства Республики Узбекистан. –2018. – КМК 2.04.16 (дата обращения 25.05.2024).

REFERENCES

1. Avezov R., Avezova N., Rakhimov E., Kuralov M., Abdukhamidov D.. Radiation absorption capacity of premises with an insolation passive heating system. *International scientific journal Alternative Energy and Ecology*, 2017, No. 7-9, pp. 34–42. (In Russ.). DOI:10.15518/isjaee.2017.07-09.034-042 (access date 05.25.2024).
2. Pakhaluev V., Shcheklein S., Matveev A.. Solar system with a seasonal heat accumulator. *International scientific journal Alternative Energy and Ecology*, 2018, No 1-3, pp.17-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.15518/isjaee.2018.01-03.017-025>. (date of access: 05/25/2024).
3. Sheps R., Golovinsky P., Shchukina T., Yaremenko S. Heat flows in a passive multilayer solar panel. *Alternative energy and ecology*, 2018, No. 7–9, pp. 55–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.15518/isjaee.2018.07-09.055-062> (accessed 25.05.2024).
4. Samiev K. Heat efficiency of complex translucent barrier with partially absorbing layer and airway in passive solar insolation heating systems. *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)*, 2008, Vol 44, No. 4, pp. 291–294. DOI:10.3103/S0003701X08040142 (accessed May 25, 2024).
5. Avezova N., Sadykov Zh. The influence of the thermal resistance of the collector-accumulation wall of passive solar heating systems on their heat load replacement coefficient. *Solar engineering*, 2012, No. 1, pp. 48-53. (In Russ.). DOI:10.3103/S0003701X12010045 (accessed 05/25/2024).
6. Samiev K.. Simulation of thermal regime of room, heated by passive insolation solar heating systems with three-layer ventilated translucent barriers. *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)*, 2009, Vol 45, No. 4, pp. 298–302. .DOI:10.3103/S0003701X09040197 (accessed May 25, 2024).
7. Harkouss F., Fardoun F., Biwole P. Passive design optimization of low energy buildings in different climates. *Energy*, 2018, Vol 165, Part A, pp. 591–613. (date of access: 05/25/2024).
8. “On the rational use of energy” (in the new edition). *Law of the Republic of Uzbekistan* , 2020, No. ZRU-628. (date of access: 05/25/2024). (In Russ.).
9. “On the use of renewable energy sources.” *Law of the Republic of Uzbekistan*, 2020, No. ZRU-539. (In Russ.).
10. “On the development strategy of the new Uzbekistan for 2022 -2026”. *Decrees and Resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan*, 2022, No. UP-4477 . (In Russ.).
11. “On approval of the strategy for the transition of the Republic of Uzbekistan to a “green” economy for the period 2019-2030”. *Resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan*, 2019, No. PP-4477. (In Russ.).
12. “On accelerated measures to improve the energy efficiency of economic and social sectors, the introduction of energy-saving technologies and the development of renewable energy sources”. *Resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan*, 2019, No. PP-4422.. (In Russ.).
13. “Energy consumption standards for heating, ventilation and air conditioning of buildings and structures”. *Norms and regulations of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan*, 2018, КМК 2.01.18. (In Russ.).
14. “Residential buildings”. *Norms and rules of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan*, 2019, NRUP 2.08.01. (In Russ.).
15. "Photovoltaic stations". *Norms and rules of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan*, 2022, NRUP 2.04.15. (In Russ.).
16. "Solar water heating devices". *Norms and rules of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekista*, 2018, КМК 2.04.16. (In Russ.).