

Аспирант ФГАОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского».

Тел.: +7 (3812) 24-09-94.

E-mail: kalinina799@mail.ru

Postgraduate student of the Dostoevsky Omsk State University, OmSU.

Phone: +7 (3812) 24-09-94.

E-mail: kalinina799@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАТЬИ

Калинина, В. С. Характеристика труда водителей автомобильного транспорта в условиях цифровизации экономики / В. С. Калинина. – Текст : непосредственный // Инновационная экономика и общество. – 2023. – № 4 (42). – С. 21 – 31.

BIBLIOGRAPHIC DESCRIPTION

Kalinina V. S. Characteristics of the work of motor transport drivers in the conditions of digitalization of the economy. Innovative economics and society, 2023, no. 4(42), pp. 21 – 31 (In Russian).

УДК 304.3, 502.131, 620.92

С. В. Костарев, А. П. Полозкова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОМСКА

Аннотация. В статье на основе сформулированных Организацией объединенных наций целей в области устойчивого развития проведено исследование существующих вариантов снижения влияния выработки тепловой энергии на изменение климата и загрязнение окружающей природной среды. Для этого, исходя из существующих вариантов технических решений, предложена модификация локальных систем генерации тепловой энергии, основанная на использовании альтернативных источников, преобразующих солнечную энергию в тепловую, которую можно использовать как для отопления жилищ, так и для горячего водоснабжения. Рассмотрены возможные варианты технологии получения тепловой энергии из солнечной, а также исследованы условия внедрения подобных систем в различных природных условиях, в том числе характерных для юга Западной Сибири. Оценено влияние на их распространение государственных программ поддержки развития зеленой энергетики, в том числе Энергетической стратегии Российской Федерации. Опираясь на техническое описание процесса выработки тепловой энергии в гелиосистемах и климатические особенности Западной Сибири и Омской области, представлены доказательства достаточности уровня солнечной радиации в городе Омске для производства существенной части тепловой энергии, необходимой как для отопления в жилищах, так и горячего водоснабжения. Выделены существенные технологические риски эксплуатации гелиосистем из-за низкой температуры окружающей среды в зимний период, для преодоления которых предложено внедрять специальные системы антизамерзания, основанные на консервации рабочего контура в неблагоприятных природных условиях, что позволит безопасно и эффективно использовать солнечную энергию для производства тепла в регионах юга Западной Сибири.

Ключевые слова: гелиосистема, альтернативная энергетика, солнечный коллектор, экономическая эффективность, устойчивое развитие, изменение климата.

Sergey V. Kostarev, Anastasia P. Polozkova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

SOLAR THERMAL COLLECTORS AS A TOOL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: PROPOSALS FOR OMSK CITY

Abstract. The article, based on the sustainable development goals formulated by the United Nations, conducts a study of existing options for reducing the impact of thermal energy generation on climate change and environmental pollution. To do this, based on existing options for technical solutions, a modification of local thermal energy generation systems has been proposed, based on the use of alternative sources that convert solar energy into thermal energy, which can be used both for heating homes and for hot water supply. Possible options for technology for obtaining thermal energy from solar energy are considered, and the conditions for the implementation of such systems in various nature conditions, including those characteristic of the south of Western Siberia, are investigated. The

impact on their distribution of government support programs for the development of green energy, including the Energy Strategy of the Russian Federation, is assessed. Based on a technical description of the process of generating thermal energy in solar systems and the climatic characteristics of Western Siberia and the Omsk region, evidence is presented of the sufficiency of the level of solar radiation in the Omsk city to produce a significant part of the thermal energy necessary for both heating of houses and hot water supply. Significant technological risks of operating solar systems due to low ambient temperatures in winter have been identified, to overcome which it is proposed to introduce special anti-freeze systems based on conservation of the operating circuit in unfavorable natural conditions, which will allow the safe and efficient use of solar energy for heat production in the regions of the south Western Siberia.

Keywords: solar system, alternative energy, solar collector, economic efficiency, sustainable development, climate change.

Проблема согласования экономического и социального развития с ограниченными возможностями естественных экосистем заставила мировое сообщество в лице ряда институтов, в том числе Организации объединённых наций, сформулировать предложения для дальнейшего прогресса и преодоления ряда кризисов, стоящих на его пути, основой которых стала концепция устойчивого развития, трактующая обязательность согласования экономик стран и всего глобального сообщества с ограничениями, существующими в природе. Ставший популярным несколько лет назад подход, называемый ESG (environmental, social, governance) [1], или в русском варианте – «Окружающая среда, общество, корпоративное управление», позволил широко внедрять принципы устойчивого развития при реализации экономических преобразований на предприятиях и в организациях. Однако в настоящее время остаётся проблемой построение комплексной системы устойчивого развития на уровне стран и их объединений в связи с отсутствием количественных целей, за исключением той, что установлена в соответствии с Парижским соглашением по климату (2015 год) для предела повышения за 21 век глобальной средней температуры на 1,5 градуса [2]. Эта глобальная количественная цель привела к формулированию задачи углеродной нейтральности в современной экономике, что определило приоритет климатических индикаторов над традиционными (рост ВВП, увеличение доходов, развитие производств, повышение занятости и т.д.) [3].

Одна из задач, направленных на достижение климатических показателей, рассматривается в настоящем исследовании и связана с тем, что современная экономика и общество потребляют большое количество генерируемой тепловой энергии, особенно на территориях, где существенны периоды с низкой температурой окружающей среды как для отопления помещений, так и для снабжения населения горячей водой для хозяйственно-бытовых нужд. По данным международного энергетического агентства (МЭА) [4] на эту сферу приходится половина мирового конечного потребления энергии, причём не следует ожидать быстрого снижения этих показателей. Однако кроме большого объёма потребления тепловой энергии существует ещё один аспект её производства, требующий особого внимания для достижения целей устойчивого развития, [5] среди которых с производством тепловой энергии напрямую связаны две: цель 7 «Недорогая и чистая энергия» и цель 13 «Борьба с изменением климата». Традиционно на протяжении всего периода цивилизационного развития производство тепловой энергии происходило посредством сжигания невозобновляемых ресурсов, что, помимо удовлетворения социальных (хозяйственно-бытовых) потребностей, приводило к высоким выбросам ряда газов в атмосферу, а также образованию отходов от сжигания. Таким образом, такая технология генерации тепловой энергии содержит высокие риски по изменению окружающей среды в общем и изменению климата в частности, что обусловлено большими выбросами в атмосферу «парниковых» газов, включая углекислый, и других химических веществ и соединений. Так, по данным энергетической стратегии на период до 2030 года, принятой Правительством РФ от 13.11.2009 N 1715-р, российский энергетический сектор – один из основных источников загрязнения окружающей среды, на долю которого приходится более 50 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, более 20 %

сброса загрязненных сточных вод в поверхностные воды, а также более 70 % суммарной эмиссии парниковых газов в Российской Федерации.

Альтернативой источникам массовой тепловой энергии, каковыми являются невозобновляемые ресурсы, могут стать возобновляемые и/или неограниченные ресурсы, но возобновляемые ресурсы, например растительность, сжигание которой используется для отопления, требуют высоких затрат на восстановление как по экономическим, так и по временным параметрам, в отличие от энергии солнца, ветра и воды, имеющейся в распоряжении Земли постоянно и практически бесконечно во времени.[6] Однако в настоящей статье будем исследовать только одно направление – использование солнечной энергии для получения тепла с помощью солнечных коллекторов, что не отменяет возможность и необходимость применять все виды альтернативной энергетики в комплексе, учитывая их особенности и возможности для эффективного внедрения.

В настоящее время разработаны разные технологии извлечения и получения энергии с использованием солнечной энергии, которые могут и должны применяться в зависимости от условий окружающей среды, экономической эффективности и социальной допустимости конкретных гелиосистем (солнечных систем), понимаемых как комплекс оборудования, предназначенный для преобразования солнечной энергии в тепловую. Основные компоненты солнечной системы нагрева воды включают солнечный коллектор, накопительный бак, контроллер, дополнительное оборудование, и в целом набор зависит от выбранной схемы и компоновки. Так, насосные компоненты гелиосистем могут быть активными, в которых используются насосы и контроллеры для циркуляции жидкости между коллектором и резервуар для хранения воды, или пассивными, работающими за счет естественной циркуляции теплоносителя без дополнительного оборудования. При этом в условиях, холодного климата возможна кристаллизация рабочего вещества и последующая разгерметизация системы при застое теплоносителя; соответственно, чтобы избежать неблагоприятных последствий эксплуатации в конкретных климатических условиях необходимо использовать гелиоустановки с принудительной циркуляцией. В целом конструкции солнечных коллекторов определяются преобладающими метеорологическими условиями, требованиями к температурному графику, профилями нагрузки и допустимыми затратами. В определённых внешних условиях с холодным климатом безопасно и эффективно эксплуатировать вакуумные или плоские солнечные коллекторы. Вакуумные коллекторы представляют собой ряд стеклянных трубок специальной конструкции со встроенными медными трубками, содержащими неорганическую и нетоксичную жидкость, которая при нагревании испаряется, а пар поднимается к наконечнику тепловой трубки, где отдаёт тепло теплоносителю (антифризу), текущему по теплопроводу гелиоколлектора, конденсируясь и стекая вниз, и процесс повторяется снова. Конструкция плоского коллектора проще, его основными элементами являются закаленное стекло, пластина абсорбера, медный трубопровод и теплоизоляция. Поглощая солнечное излучение, пластина нагревается и нагревает медный трубопровод, в котором циркулирует теплоноситель, отдающий полученное тепло в нужном месте. Подобный способ извлечения тепловой энергии использовался практически на протяжении всего периода существования человечества, начиная с элементарного прямого нагрева воды на солнце для бытовых нужд и вплоть до изобретения коллектора, что явилось ответом на запрос альтернативных источников тепловой энергии с минимальным воздействием на окружающую природную среду в условиях возросших рисков глобального потепления. Как следствие, за несколько десятилетий солнечные тепловые системы были успешно внедрены во многих странах мира, как развитых, так и развивающихся [4].

В российской энергетической стратегии [8] уже отражено становление нового этапа энергетики, который, в свою очередь, будет по структуре и качеству отличаться от предыдущего, содействовать достаточно динамичному социально-экономическому

развитию, а также будет обеспечивать национальную безопасность Российской Федерации. Главные стратегические ориентиры направлены на обеспечение энергетической безопасности государства, которая зависит как от ресурсной обеспеченности, определяющейся физическими возможностями бездефицитного снабжения энергоресурсами национальной экономики и населения, так и от экономической доступности, понимаемой как рентабельность такого обеспечения при соответствующей конъюнктуре цен. Главной проблемой в указанной сфере является значительный нереализованный потенциал организационного и технологического энергосбережения, составляющий до 40 процентов общего объема внутреннего энергопотребления [8]. Для развития альтернативных источников энергии и местных видов топлива как одного из приоритетных направлений энергетики необходимо развитие технологий использования возобновляемых источников энергии, а также внедрение multifunctionальных энергетических комплексов для автономного энергообеспечения потребителей в районах, не подключенных к сетям централизованного энергоснабжения. Кроме того, потребуется отработка технологий комбинированного использования источников солнечной энергии, а также технологий компенсации неравномерности выдачи мощности генерирующими объектами на основе энергии ветра и приливов. На сегодняшний день субсидий или других мер государственной поддержки, кроме возможности реализации грантовых средств, например, грантов Президента РФ, Благотворительного фонда Владимира Потанина, программы «УМНИК» Фонда содействия инновациям, не применяется. Таким образом, у молодых ученых есть пока только одна ограниченная возможность получения средств для выполнения пилотных проектов комбинированных солнечных систем, актуальных и интересных в соответствии с энергетической стратегией, что является недостаточным и тормозит развитие альтернативной энергетики [9].

Рассмотрим перспективы использования солнечных тепловых коллекторов на территории Омской области и города Омска, расположенного на юге Западно-Сибирской равнины, на территория умеренной климатической зоны с континентальным климатом лесостепи Западно-Сибирского пояса, в которой роль западных воздушных течений в образовании климата ослабевает, а основное значение приобретают воздушные массы арктического происхождения. Расположение Омской области на обширной низменной равнине в центре Азиатского материка, вдали от морей, открытость ее территории как с севера, так и с юга способствуют тому, что климат здесь формируется под сильным воздействием физических свойств суши. Летом быстро и сильно прогревается, а зимой так же быстро охлаждается [10]. По данным ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС», самый солнечный месяц – июнь, самый пасмурный – ноябрь. Средние температуры по месяцам за год колеблются от -17°C до $+19^{\circ}\text{C}$. Наиболее характерными особенностями Омской области, расположенной в умеренных широтах северного полушария, являются сравнительная суровость и континентальность климата с продолжительным зимним периодом, когда наблюдаются низкие температуры, а также частыми похолоданиями в весенний и осенний периоды. Континентальность климата проявляется и в резком колебании температур в течение года от месяца к месяцу, а также в сравнительно небольшом количестве осадков.

В таких природно-климатических условиях для достижения максимальной эффективной эксплуатации солнечного коллектора необходимо знать оптимальный угол наклона поверхности коллектора, который зависит от направления поступающей солнечной инсоляции в место, где устанавливается оборудование. Солнечная инсоляция варьируется в зависимости от времени года, то связано, например, с облачностью в межсезонье, коротким световым днем в зимний период года и т.п. (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Значения солнечной инсоляции и угла наклона для города Омска по месяцам в 2022 году

Период	Солнечная инсоляция, кВт·ч/м ²	Оптимальный угол наклона
Январь	0,69	72
Февраль	1,37	64
Март	3,02	52
Апрель	4,08	36
Май	5,05	21
Июнь	5,48	11
Июль	5,01	18
Август	4,29	28
Сентябрь	2,93	44
Октябрь	1,44	59
Ноябрь	0,8	70
Декабрь	0,62	75
Среднее за год	3,84	59

По данным Омского территориального управления по гидрометеорологии и контролю природной среды, продолжительность солнечного сияния в Омске с ноября по январь составляет 30 – 38 % возможной, а летом возрастает до 57 – 66 % за счет увеличения длительности дня.

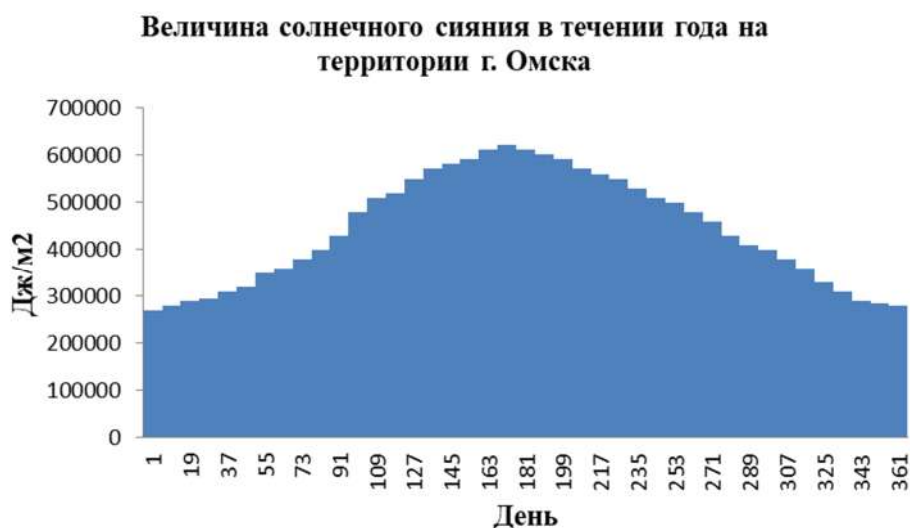


Рисунок 1 – Годовой график продолжительности светового дня г. Омска (2021 – 2022 гг.)

Климатические данные получены через API* сервиса «Яндекс.Погода» от компании «Яндекс Н.В.» по предварительному согласованию об использовании данных в научных целях и с использованием соответствующего предоставленного ключа доступа. Полученные данные представлены в форме таблицы из 365 строк с ежедневными климатическими данными для годового периода города Омска, усредненных каждодневно для предыдущих 7 лет. Результаты необходимы для расчета продолжительности солнечных суток и сопоставления времени восхода и заката с точным положением и траекторией движения Солнца. Проекция траектории движения и диаграмма положения Солнца для города Омска приведена на рисунке 2, 3.

Как было указано выше, климатические условия Западной Сибири осложняют эксплуатацию гелиосистем в данном регионе, но, дополнив систему необходимым оборудованием, внедрив систему консервации на время неблагоприятных условий для работы, можно эффективно и безопасно вырабатывать тепловую энергию с помощью Солнца и на территории

города Омска. Расчет и подбор оборудования, включающего расширительный бак, накопительный бак, солнечные коллекторы, систему управления и другие компоненты, осуществляется на основании условий, в которых внедряется данная установка, то есть в зависимости от площади здания, количества проживающих, конструктивных особенностей объекта и т. п. Технические модификации позволяют повысить экономическую эффективность установки, а наиболее удачным вариантом установки гелиосистемы на начальной стадии исследования представляется частный жилой дом, как наименее затратный вариант.

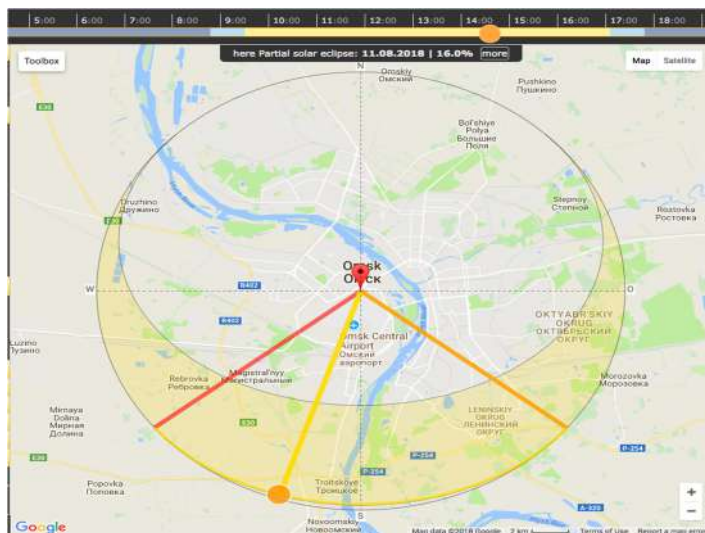


Рисунок 2 – Проекция траектории движения Солнца от времени суток

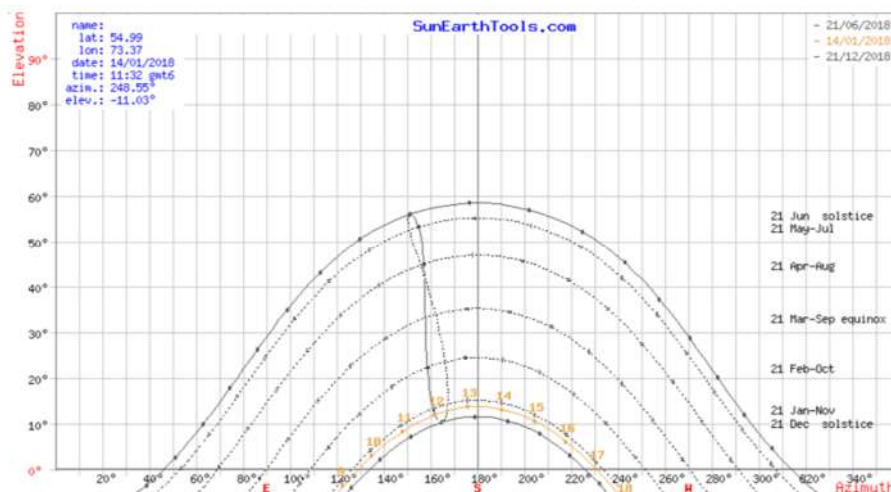


Рисунок 3 – Диаграмма положения Солнца в течение года для г. Омска

Для подбора оборудования солнечного теплоснабжения частного жилого дома необходим расчёт расхода тепловой энергии, в котором общая тепловая нагрузка объекта складывается из тепловых потоков на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические нужды, при этом учитывается температура воздуха наиболее холодной пятидневки для нужного города или региона [11], а также продолжительность отопительного периода, которые для Омска составляют -36°C и 216 суток соответственно. Исходя из требований стандарта [12], выбирается оптимальная температура воздуха внутри помещения в зависимости от его типа: например, для жилых комнат – 22°C , для ванных комнат – 24°C , для кухонь – 20°C .

В настоящей статье демонстрируется один из возможных вариантов использования солнечных тепловых коллекторов в природно-климатических условиях Омска за счёт модификации уже существующих схем на примере частного жилого дома. Необходимая мощность солнечной системы зависит от тепловых потерь объекта, и для частного жилого дома площадью 160 м² требует пиковой (максимальной) мощности 49,3 кВт для обеспечения возмещения потерь теплоты системой отопления [13], для чего необходимо 13 вакуумных солнечных коллекторов типа СВК 20А [14]. При этом гелиосистема будет состоять из нагреваемого контура (контур системы отопления) и греющего контура (контур солнечного коллектора), теплообмен между которыми осуществляется через бак аккумулятора, а циркуляция теплоносителя в греющем контуре осуществляется при помощи циркуляционного насоса. Регулирование температуры теплоносителя осуществляется трехходовым клапаном и догреванием за счет электрического котла или теплового насоса, по контрольному датчику температуры в контуре. При наступлении режима недостаточности теплосъема в систему отопления производится отключение части коллекторов за счет задвижек (клапанов с электроприводом). Также для этого используется система консервации: с помощью контроллера происходит управление трехходовым клапаном следующим образом: датчик в контуре солнечного коллектора замеряет температуру, приближающуюся к температуре кристаллизации теплоносителя (растворы гликолей), подается сигнал на трехходовой клапан. Тем самым раствор гликоля выдавливается инертным газом (азотом) в расширительный бак. Контур солнечного коллектора заполняется инертным газом на время неблагоприятных условий работы. Когда датчик наружной температуры выдает значение, при котором солнечный коллектор может работать (определяется концентрацией теплоносителя), передается сигнал трехходовому клапану, через воздухоотводчик азот выходит в атмосферу, а теплоноситель благодаря работе циркуляционных насосов подается в контур солнечного коллектора.

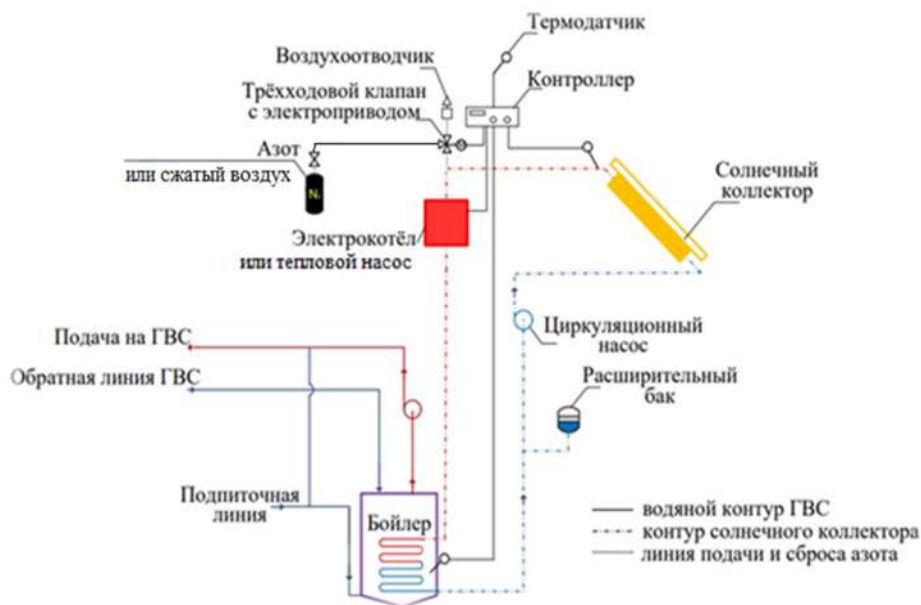


Рисунок 4 – Схема комбинированной установки солнечного коллектора и теплового насоса (электродкотла) с системой антизамерзания

Важной характеристикой солнечного теплового коллектора является срок его энергетической окупаемости – времени, необходимого гелиосистеме для выработки такого количества энергии, какое было бы затрачено на ее производство, при том что срок службы гелиосистем составляет в среднем 15 лет [15]. Для определения целесообразности использования солнечных коллекторов в указанных природно-климатических условиях

сравним их показатели с показателями электрических котлов. Для теплоснабжения индивидуального частного дома на систему отопления при температуре внешней среды – 36°C требуется 49,3 кВт. Учитывая длительность отопительного периода в Омске (216 суток) и среднюю относительную нагрузку за отопительный период, расход электроэнергии на отопление объекта составит 67726,3 кВтч, что при установленном тарифе на электроэнергию на территории Омской области составит 244 тысячи рублей в год. Эта сумма и взята в расчёт для определения срока окупаемости оборудования гелиосистемы. Начальное капиталовложение в систему солнечного отопления, как правило, выше, чем требуется для установки электро- или газового обогревателя, но с учетом суммы всех расходов за период эксплуатации затраты за весь срок службы солнечных водонагревателей могут оказаться ниже, чем для традиционных систем обогрева.

По техническим расчетам, реальная возможная выработка тепловой энергии солнечной системой, расположенной в рамках доступных пространств (на крыше индивидуального дома), составляет 26029,2 кВт энергии при потреблении в отопительный период 67726,3 кВт. Таким образом, солнечный тепловой коллектор может обеспечить до 40 % необходимой для отопления тепловой энергии, следовательно, его использование возможно только в комплексе с другими способами генерации энергии. Данная проблема, а также оценка экономической эффективности являются основанием для проведения дальнейших исследований.

Применение рассмотренной схемы гелиосистемы позволяет решить несколько технико-экономических задач. Во-первых, обеспечить максимальный КПД по использованию солнечной энергии, т.к. гелиосистема является первой ступенью нагрева холодной («сетевой») воды, что повысит экономическую эффективность при использовании солнечных коллекторов. Во-вторых, предоставить возможность использования гелиосистемы в зимний (отопительный) период в качестве предварительного нагрева холодной воды, что приведет к дополнительной экономии на нагреве от тепловой сети. В-третьих, практически не требуется вмешательства в существующую гидравлическую схему, что унифицирует процесс внедрения технологии и снизит дополнительные затраты. Таким образом, в исследовании показана возможность использования солнечных тепловых коллекторов в природно-климатических условиях города Омска при сохранении экономической целесообразности и повышении экологической эффективности применяемых технологий, что даст возможность быстрее двигаться к углеродной нейтральности на локальном уровне, внося вклад в снижение «углеродного следа» страны в целом.

Список литературы

1. Wan G., Dawod A.Ya., Chanaim S., Ramasamy S.S. Hotspots and trends of environmental, social and governance (ESG) research: a bibliometric analysis, *Data Science and Management*, 2023, no.6(2), pp. 65-75.
2. Меры по борьбе с изменением климата // www.un.org: сайт. – Текст: электронный. – URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения 06.11.2023).
3. Бобылев, С. Н. Циркулярная экономика и ее индикаторы для России / С. Н. Бобылев, С. В. Соловьева. – Текст: непосредственный // *Мир новой экономики*. – 2020. – Т. 14. – № 2. – С. 63–72.
4. Omeiza L.A., Abid M., Dhanasekaran A., Subramanian Y., Raj V., Kozak K., Mamudu U., Azad A. K. *Application of solar thermal collectors for energy consumption in public buildings*. Available at: : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187723002158/> (accessed 7 February 2011).

5. Международное энергетическое агентство // www.iea.org: сайт. – Текст: электронный. – URL: <https://www.iea.org/> (дата обращения: 25.10.2023).
6. Цели в области устойчивого развития // www.un.org: сайт. – Текст: электронный. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 27.10.2023).
7. Германович, В. Альтернативные источники энергии / В. Германович, А. Турилин. – Текст: непосредственный // Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. – 2011. – 320 с.
8. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // minenergo.gov.ru: сайт. – Текст: электронный. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/15357> (дата обращения: 25.10.2023).
9. Башмаков, И. Вопросы экономики, Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды / И. Башмаков. – Текст: непосредственный // Вопросы экономики/ РАНХиГС. – Москва, 2009. – № 2. – С. 71–89.
10. Шевер, Ц. А. Климат Омска / Ц. А. Шевер – Омск: Омское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды (Омское УГСК), 1980. – 31 с. – Текст: непосредственный.
11. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – Москва. Министерство строительства России, 2021. – 67 с. – Текст: непосредственный.
12. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. – Москва. Стандартинформ, 2013. – 4 с. – Текст: непосредственный.
13. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Москва. Министерство строительства России, 2016. – 30–34с. – Текст: непосредственный.
14. Вакуумный солнечный коллектор Атмосфера СВК – 20А // solarsystems.su: сайт. – Текст: электронный. – URL: <https://solarsystems.su/p/53670327-vakuumnyy-solnechnyy-kollektor-atm-osfera-svk-20a/> (дата обращения: 28.10.2023).
15. Хамоков, М. М. Определение эффективности солнечных коллекторов, используемых в регионах с низкой солнечной радиацией / М. М. Хамоков, А. Б. Чапаев. – Текст: непосредственный // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2020. – № 6 (81). – С. 33 – 39.

References

1. Wan G., Dawod A. Ya., Chanaim S., Ramasamy S.S. Hotspots and trends of environmental, social and governance (ESG) research: a bibliometric analysis, *Data Science and Management*, 2023, no.6(2), pp. 65-75.
2. Action to combat climate change // Available at: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (accessed 06.11.2023).
3. Bobylev S.N., Solovyova S.V. Circular economy and its indicators for Russia. *The world of the new economy*, 2020, no. 14(2), pp. 63-72.
4. Omeiza L.A., Abid M., Dhanasekaran A., Subramanian Y., Raj V., Kozak K., Mamudu U., Azad A. K. Application of solar thermal collectors for energy consumption in public buildings. An updated technical review, *Journal of Engineering Research*, 2023, Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187723002158/> (accessed 01.11.2023).
5. World Energy Outlook 2023// Available at: <https://www.iea.org/> (accessed 25.10.2023).
6. Sustainable Development Goals // Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (accessed: 27.10.2023).
7. Germanovich V., Turilin A. Alternative energy sources. Practical designs for the use of wind, solar, water, land, biomass energy, *Science and Technology*, 2011, pp. 320. (In Russian).

8. Energy strategy of russia for the period until 2030 // Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/15357> (accessed 25.10.2023).
9. Bashmakov I. Economic issues. *Russian energy efficiency resource: scale, costs and benefits*, 2009, no. 2, pp. 71-89 (In Russian).
10. Shever T.A. Climate of Omsk / Shever T.A. Omsk: Omsk Territorial Administration for Hydrometeorology and Environmental Control (Omsk UGSK), 1980. 31 p. (In Russian).
11. Set of rules 131.13330.2020 Construction climatology. Moscow. Ministry of Construction of Russia, 2021, 67 p. (In Russian).
12. National Standard 30494-2011 Residential and public buildings. Moscow. Standardinform, 2013, 4 p. (In Russian).
13. Set of rules 60.13330.2016. Heating, ventilation and air conditioning. Moscow. Ministry of Construction of Russia, 2016, 30-34 p. (In Russian).
14. Vacuum solar collector Atmosphere SVK – 20A. Available at: [https:// solarsystems.su/p/53670327-vakuumnyy-solnechnyy-kollektor-atmosfera-svk-20a/](https://solarsystems.su/p/53670327-vakuumnyy-solnechnyy-kollektor-atmosfera-svk-20a/) (accessed 25. 10. 2023).
15. Khamokov M.M., Chapaev A.B. Determination of the efficiency of solar collectors used in regions with low solar radiation, *Bulletin of the North Caucasus Federal University*, 2020, no. 6 (81), pp. 33-39 (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Костарев Сергей Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.

Доктор философских наук, профессор кафедры «Связи с общественностью, сервис и туризм», ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-33.

E-mail: skostarev@mail.ru

Полозкова Анастасия Петровна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.

Магистрант кафедры «Теплоэнергетика», ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-33.

E-mail: nastyapolozkova@icloud.com

БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАТЬИ

Костарев, С. В. Солнечные коллекторы как инструмент устойчивого развития: предложения для Омска / С. В. Костарев, А. П. Полозкова. – Текст: непосредственный // *Инновационная экономика и общество*. – 2023. – № 4 (42). – С. 31 – 40.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kostarev Sergey Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, the Russian Federation.

Doctor of philosophical science, associate professor of the department «Public relations, service and tourism», OSTU.

Phone.: +7 (3812) 31-18-33.

E-mail: skostarev@mail.ru

Polozkova Anastasiia Petrovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, the Russian Federation.

Master's student at the Department of Thermal Power Engineering, OSTU.

Phone.: +7 (3812) 31-18-33.

E-mail: nastyapolozkova@icloud.com

BIBLIOGRAPHIC DESCRIPTION

Kostarev S.V., Polozova A.P. Solar thermal collectors as a tool for sustainable development: proposals for Omsk city. *Innovative economics and society*, 2023, no. 4(42), pp. 31 – 40 (In Russian).