

FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE



Co-funded by
the European Union

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE**

on the topic

**“STAFF TRAINING IN SOLAR ENERGY: TECHNOLOGIES,
METHODS AND INSTRUMENTS”**

PROGRAM



**Development of the targeted Educational program for Bachelors in
Solar Energy in Uzbekistan**

101128871 — DEBSEUz — ERASMUS-EDU-2023-CBHE

September 20-21, 2024 year

Fergana

Dear participants of the conference, dear guests, colleagues and partners!

I am glad to welcome all of you here at the conference organized as part of our joint project under the auspices of the Erasmus+ program. Our Institute is honored to host you in this significant event, which is dedicated to the development of a targeted educational program for bachelors in the field of solar energy in Uzbekistan.

The project, which we are implementing jointly with universities in Uzbekistan, Portugal, Spain and Italy, opens up great opportunities for us. In an era when sustainable development and renewable energy sources are becoming critically important for the future of our region and the world, we are aware of the responsibility and importance of our work.

The goals of the Erasmus+ program coincide with our ambitions. We strive to expand international cooperation, introduce advanced technologies and teaching methods that will allow our students and future specialists in the field of solar energy to receive high-quality education and training that meet international standards.

Our conference today is not only an opportunity to discuss scientific achievements and innovations, but also a platform for strengthening international partnership, sharing experience and knowledge that will contribute to the development of the renewable energy industry in Uzbekistan.

I would like to thank our foreign partners for their active participation in the project and for the invaluable assistance they provide in training new specialists. This project is an example of how joint efforts can lead to the creation of a new wave of innovation and a more environmentally friendly future.

Dear colleagues, students and guests, I wish all of us productive work, successful discussions and new ideas. I am sure that our cooperation will become a powerful momentum for the development of education and science in the field of solar energy not only in Uzbekistan, but also on an international scale.

Rector of Ferghana Polytechnic Institute Uktam Rakhimovich Salomov.

Good morning dear rector, coordinator, and participants

I am delighted to welcome each and every one of you to this momentous occasion—the “International scientific and practical conference” on the topic “Staff training in solar energy: technologies, methods and instruments”. This conference is organized around the "Development of the Targeted Educational Program for Bachelors in Solar Energy in Uzbekistan" project.

Today marks the beginning of an inspiring journey towards fostering education and innovation in the field of solar energy in Uzbekistan.

I am thrilled to see such a diverse and talented group of individuals gathered here, all of whom share a common passion for sustainable energy and a commitment to shaping the future of education in this vital field. Our collective efforts will undoubtedly pave the way for a brighter, cleaner, and more sustainable future for Uzbekistan.

Nowadays we have experts from various domains—education, solar energy, curriculum development, and more—all working together towards a common goal. Your expertise, dedication, and innovative thinking will be crucial in shaping the educational landscape and empowering students to become leaders in the field of solar energy.

I encourage each of you to actively participate, share your insights, and contribute your unique perspectives. Together, we can make a lasting impact on the education sector and contribute significantly to the sustainable development goals of Uzbekistan.

Thank you for being a part of this important initiative. Let's work collaboratively, dream big, and make a lasting impact on the future of solar energy education in Uzbekistan.

Thank you.

Coordinator of project DEBSEUz Halimjon Khuzhamatov.

The conference discussed problematic issues in the following areas:

- **Solar energy:**

- prospects for the technological development of solar energy in the context of a global economic recession;
- innovative solutions in the field of development of solar energy use;
- methods for assessing the carbon footprint of products and green certification.

- **Electric power and thermal stations based on solar energy:**

- modeling, simulation and forecasting of solar energy systems;
- planning, design, operation and engineering of power systems based on solar energy;
- assessment of the life cycle and technical and economic indicators of energy systems based on solar energy;

- **Training of highly qualified personnel in the field of alternative energy:**

- new technologies, methods and tools in training personnel in the field of alternative and renewable energy sources;
- synthesis of interdisciplinary knowledge in the fields of engineering, physics, chemistry and ecology in training in the field of alternative and renewable energy sources.

В рамках конференции обсуждены проблемные вопросы по следующим направлениям:

- **Солнечная энергетика:**

- перспективы технологического развития солнечной энергетика в условиях рецессии мировой экономики;
- инновационные решения в области развития использования солнечной энергии;
- методы оценки углеродного следа продукции и зеленая сертификация.

- **Электроэнергетические и тепловые станции на основе солнечной энергии:**

- моделирование, симуляция и прогнозирование солнечных энергетических систем;
- планирование, проектирование, эксплуатация и инжиниринг энергосистем на основе солнечной энергетика;
- оценка жизненного цикла и технико-экономических показателей энергосистем на основе солнечной энергетика;

- **Подготовка высококвалифицированных кадров по направлению альтернативной энергетика:**

- новые технологии, методы и инструменты в подготовке кадров в области альтернативных и возобновляемых источники энергии;
- синтез междисциплинарных знаний в области инженерии, физики, химии и экологии в подготовке кадров в области альтернативных и возобновляемых источники энергии.

PROGRAM COMMITTEE

Chairman of the program committee: Salomov Uktam Rakhimovich, Doctor of Technical Sciences Uzbekistan, Fergana Polytechnic Institute.

Co-chairman of the program committee: Pierluigi Leone, Turin, Italy.

Coordinator:

Khuzhamatov Halimjon, Tashkent, Uzbekistan.

Jakhongirov Ilimdorjon, Fergana, Uzbekistan.

Secretary of the Conference:

Kuchkarov Akmaljon Akhmadalievich, PhD , Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan.

Committee members:

Marco Cavana, Turin, Italy.

Pacifique Koshikwinja Matabishi, Turin, Italy;

Luisa di Francesco, Turin, Italy;

Jamshid Yakhshilikov, Turin, Italy;

Angela Spiteri, Turin, Italy;

Diogo Canvarro, Evora, Portugal;

André Santos, Evora, Portugal;

Slobodan Bojanic, Madrid, Spain;

Liliana Medic, Madrid, Spain;

Aliev Khurshid Marufovich, Turin, Italy;

Avezova Nilufar Rabbanakulovna, Fergana, Uzbekistan;

Ergashev Sirojiddin Fayazovich, Fergana, Uzbekistan;

Kasimakhunova Anarkhan Mamasodikovna, Fergana, Uzbekistan;

Davlyatov Shokhrukh Muratovich, Fergana, Uzbekistan;

Yunusov Ziyodbek Alisherovich, Fergana, Uzbekistan;

Aliev Raimjon Usmonovich, Andijan, Uzbekistan;

Mirzaboev Akram Makhkamovich, Tashkent, Uzbekistan;

Reypnazarov Ernazar, Tashkent, Uzbekistan;

Imamov Erkin, Tashkent, Uzbekistan;

Yarbekov Abdurasul, Tashkent, Uzbekistan;

Mavlyanova Shakhlo, Tashkent, Uzbekistan;

Abdujalilov Zhavlonbek, Tashkent, Uzbekistan;

Berdiyev Temur, Jizzakh, Uzbekistan;

Anarboev Mukhiddin, Jizzakh, Uzbekistan;

Abdullaev Elnur, Jizzakh, Uzbekistan;

Siddikov Ilkhomjon Khakimovich, Tashkent, Uzbekistan;

Kodirov Dilshod Botirovich, Tashkent, Uzbekistan;

Izzatillaev Zhurabek Olimzhonovich, Tashkent, Uzbekistan;

Khasanov Doston Turaevich, Tashkent, Uzbekistan;

Ismailov Kanatbay Abdreymovich, Karakalpakstan, Uzbekistan;

Reimov Kamal Mambetkarimovich, Karakalpakstan, Uzbekistan;

Kamalov Khairatdin Usnatdinovich, Karakalpakstan, Uzbekistan;

Muydinov Dilshod Najmiddinovich, Tashkent, Uzbekistan;

Tokhirov Muhammadrafik Kadirovich, Fergana, Uzbekistan;

Uzbekov Mirsoli Odiljonovich, Fergana, Uzbekistan;

Ismoilov Nodirbek, Fergana, Uzbekistan.

SECTION №1.

Solar energy:

- prospects for the technological development of solar energy in the context of a global economic recession;
- innovative solutions in the field of development of solar energy use;
- methods for assessing the carbon footprint of products and green certification.

СЕКЦИЯ №1.

Солнечная энергетика:

- перспективы технологического развития солнечной энергетики в условиях рецессии мировой экономики;
- инновационные решения в области развития использования солнечной энергии;
- методы оценки углеродного следа продукции и зеленая сертификация.



СОЛНЕЧНЫЙ ОБОГРЕВ ВОДЫ В ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ

Матчанов Нураддин Азадович¹, Вохидов Акмал Улашевич²,

Арзиев Завкидин Джумамурод угли³

zarziyev@mail.ru

¹АО «O‘ZBEKENERGOTA’MIR»

²*Национальный исследовательский университет "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"*

³*Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан*

Аннотация. В данной работе рассмотрены особенности применения солнечной энергии для обогрева плавательных бассейнов. Приведены результаты исследований эффективности и технологических достижений современных солнечных систем обогрева, а также их экологические преимущества. Описаны пассивные и активные системы солнечного обогрева бассейнов, их конструкционные элементы и принцип работы. Особое внимание уделено интеграции интеллектуальных технологий, таких как автоматизированное управление и удаленный мониторинг, которые повышают производительность и удобство использования данных систем. Также проанализированы экологические и экономические выгоды использования солнечных систем обогрева по сравнению с традиционными методами, включая сокращение выбросов углекислого газа и снижение эксплуатационных расходов.

Введение. В XXI веке солнечная энергия и системы на их основе стали более устойчивой системой среди экологически чистых источников энергии. Наиболее распространённых востребованных системы на основе солнечной энергии являются системы солнечного тепло и хладоснабжения,

которые в свою очередь разделяются на пассивные, активные и гибридные системы.

Одним из примеров практического применения систем теплоснабжения с использованием солнечной энергии, которая по доступности и простоты эксплуатации является подогрев плавательных бассейнов как открытых, так и закрытых. В настоящей статье представлены результаты исследований по применению современных технологий используемых для нагрева бассейнов на основе солнечной энергии, подчеркиваются их эффективность, технологические достижения и экологические преимущества.

Солнечные системы подогрева бассейнов работают следующим образом:

Пассивные системы солнечного обогрева бассейнов (рис.1а) используют солнечную энергию для нагрева воды без применения сложных механизмов или электроники. Они обычно состоят из коллектора, через который циркулирует вода, абсорбируя солнечное тепло, и трубопроводов, которые транспортируют эту нагретую воду обратно в бассейн. Пассивные системы эффективны, просты в установке и требуют минимального обслуживания.

Активные системы солнечного обогрева бассейнов (рис.1б) обычно включают солнечные коллекторы, систему циркуляции с насосами и средствами управления, а иногда и резервный нагреватель. Основная функция заключается в циркуляции воды в бассейне через солнечные коллекторы, где она нагревается солнечным излучением перед возвращением в бассейн [1], в которой Солнечные коллекторы являются устройствами, предназначенные для поглощения солнечной радиации и передачи тепла воде в бассейне. Типы включают плоские коллекторы, вакуумные трубчатые коллекторы и неглазурованные пластиковые коллекторы [2]. Система циркуляции: включает насосы, фильтры и клапаны регулирования расхода для управления потоком воды через коллекторы и

обеспечения оптимальной эффективности отопления [3]. Отметим, что технологии солнечных коллекторов значительно повысили производительность и надежность солнечных систем подогрева бассейнов. Интеграция интеллектуальных технологий произвела революцию в эксплуатации и управлении солнечными системами подогрева бассейнов, а именно:

- Автоматизированное управление: корректирует работу системы в зависимости от погодных условий и температуры бассейна для достижения максимальной эффективности [4].

- Удаленный мониторинг: позволяет домовладельцам отслеживать и контролировать производительность системы с помощью мобильных приложений, предоставляя данные в реальном времени и информацию об экономии энергии [5].

- Возможность подключения к Интернету вещей: обеспечивает интеграцию с системами домашней автоматизации для улучшения управления энергопотреблением и удобства пользователей [6].

На рис.1 представлены упрощенные схемы плавательных бассейнов с пассивной и активной системой солнечного нагрева воды в них.

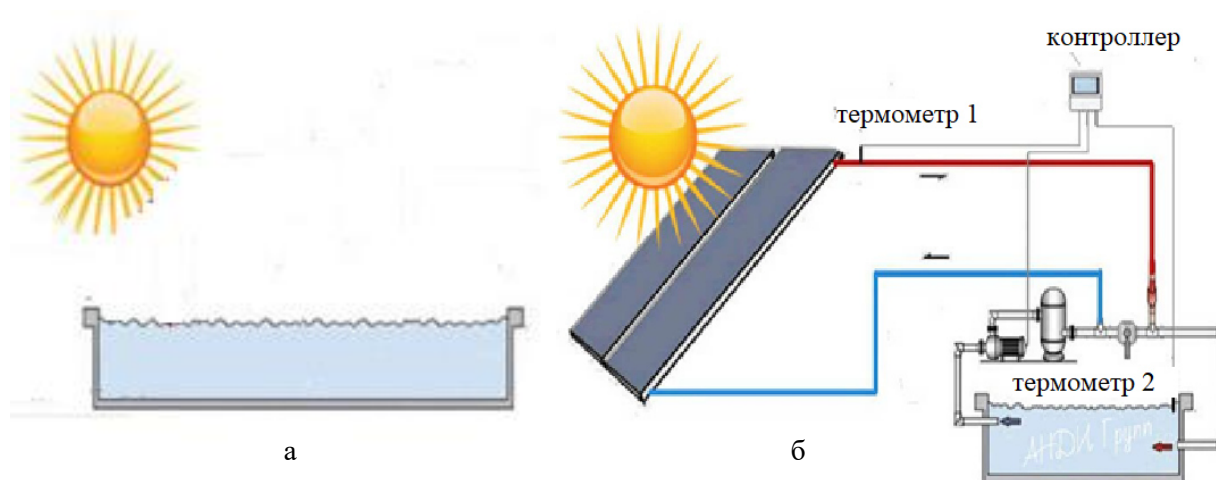


Рис. 1. а) Пассивные системы солнечного обогрева бассейнов, б) активные системы солнечного обогрева бассейнов

На рис. 2 авторами предложена усовершенствованная конструкция бассейна с солнечным обогревом, на дне которого установлен ребристый поглотитель солнечной энергии с селективным покрытием, с разборно-сборной конструкцией.

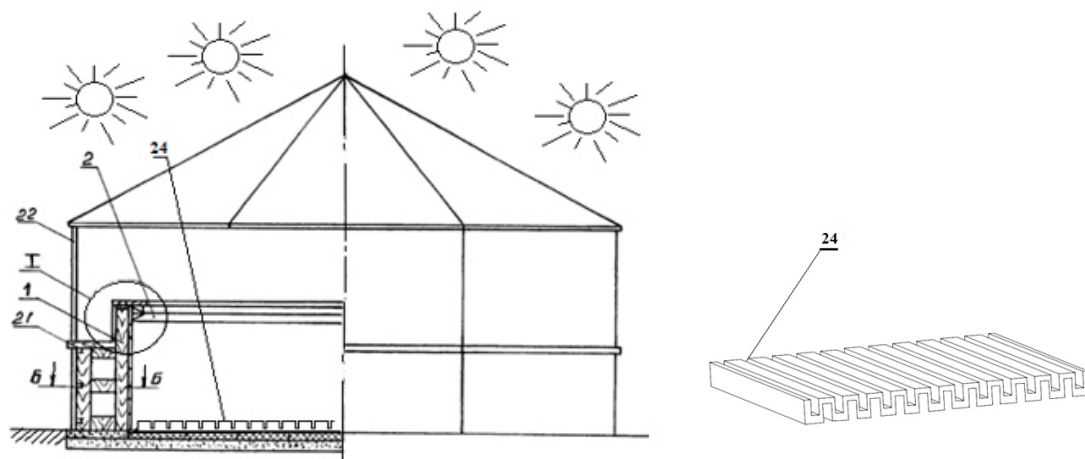


Рис 2. Бассейн с обогревом воды с использованием солнечной энергии разборно-сборный поглотителем в донной части.

Предложенная конструкция донной части плавательного бассейна позволяет усовершенствование конструкции плавательного бассейна, дополнительный подогрев бассейна с максимальным использованием солнечной энергии, при минимальном использовании электрической энергии.

Необходимо уделить внимание энергоэффективности систем нагрева воды, что отражается на их проектные решения. Инженеры стремятся минимизировать энергопотребление и сократить выбросы углекислого газа по части нагрева воды в них по санитарным нормам. Современные инженерные решения предполагают использование автоматизированных систем управления температурой воды, что позволяет значительно упростить эксплуатацию бассейна и снизить затраты на энергоресурсы [7]. В связи с чем представляет интерес определить тепловую эффективность и других показателей рассматриваемых бассейнов, которая в свою очередь будет показывать их инженерную совершенства и так далее даст

возможность оптимизировать их основные теплотехнические и весогабаритные параметры.

Далее приводится упрощенная методика расчета тепловой эффективности солнечных систем обогрева бассейнов:

Как следует из [8], принципиальной расчетной тепловой схемы бассейна (рис.3) предложены следующие выражения для определения значений показателей K_K^Σ и $\eta_{ию}$ по:

$$K_K^\Sigma = a \left(K_c^{K,L} + K_{c-x}^{СКВ.Н} \cdot \frac{t_c - t_{нт}}{t_p - t_t} \right) + b K_{дно} + c K_{бок} \cdot \frac{t_c - t_{окр}}{t_p - t_t} \quad (1)$$

$$\eta_{ию} = \left[1 + K_{прив}^\Sigma \left(\frac{\delta_w}{\lambda_w} + \frac{1}{\alpha_K} \right) \right]^{-1}, \quad (2)$$

Где K_K^Σ – суммарный коэффициент тепловых потерь, t_c – температура воды, $t_{окр}$ – температура наружного воздуха, $\eta_{ию}$ – коэффициент термического КПД.

Следует отметить, что основными составляющими суммарного коэффициента тепловых потерь бассейна рассматриваемого типа являются $K_c^{K,L}$ и $K_{c-x}^{СКВ.Н}$, доля которых составляет более чем 80÷85 % значения K_K^Σ .

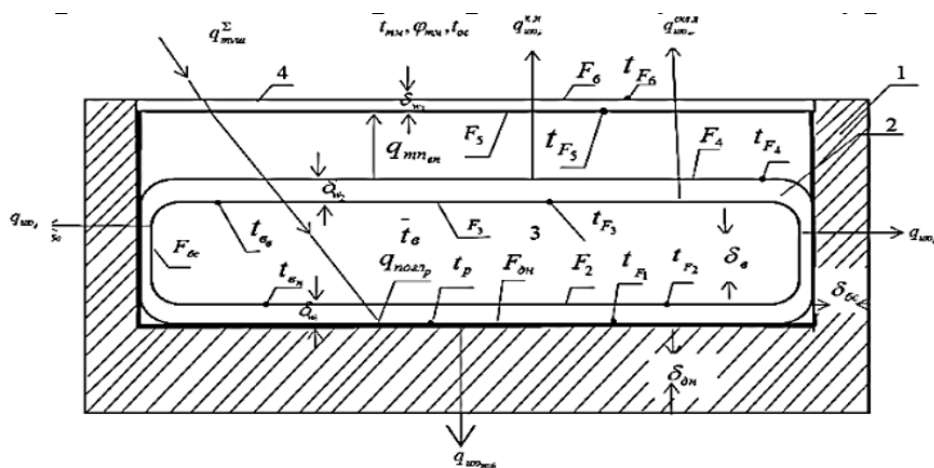


Рис. 3. Принципиальная расчетная тепловая схема для определения значений составляющих общего коэффициента

Значения коэффициентов теплотерь донной $K_{дно}$ и боковой $K_{бок}$ части рассматриваемого бассейна можно определением из ниже приведенных выражений [8]:

$$K_{\text{дно}} = \left(\frac{\delta_{\text{б}}}{\lambda_{\text{б}}} + \frac{\delta_{\text{к}}}{\lambda_{\text{к}}} \right)^{-1} \quad (3)$$

и

$$K_{\text{бок}} = \left(\frac{\delta_{\text{бок}}}{\lambda_{\text{бок}}} + \frac{1}{\alpha_{\Sigma}} \right)^{-1} \quad (4)$$

Где $\delta_{\text{б}}$, $\lambda_{\text{б}}$ - толщина бассейна из бетонной плиты и коэффициент теплопроводности; $\delta_{\text{к}}$, $\lambda_{\text{к}}$ - толщина и коэффициент теплопередачи защитного слоя внизу бассейна из геркона; $\delta_{\text{бок}}$, $\lambda_{\text{бок}}$ - толщина боковой стенки коллектора и коэффициент теплопередачи.

Потери энергии в пассивных открытых бассейнах рассчитываются по следующим формулам:

$$Q = Q_e + Q_r + Q_c \quad (5)$$

Потери тепла при испарении [9]

$$Q_e = A(a + b \cdot w)(P_w - P_a) \quad (6)$$

A - площадь поверхности воды в бассейне (м^2), по данным ASHRAE $a = 0.089 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{Pa}}$, $b = 0.0782 \frac{\text{W}}{\text{m}^3 \cdot \text{Pa}}$, w - скорость ветра на высоте 0,3 м над бассейном (м/с), P_w - давление насыщенного водяного пара при температуре воды (кПа), P_a - парциальное давление водяного пара в воздухе (кПа).

Потери радиационного тепла

$$Q_r = A\varepsilon_w \sigma (T_w^4 - T_a^4) \quad (7)$$

ε_w - излучательная способность, σ - константа Стефана - Больцмана, T_w - температура воды, T_a - температура воздуха.

Конвекционные потери тепла

$$Q_c = A(3.1 + 4.1w)(T_w - T_a) \quad (8)$$

Ниже приведен практический пример расчета потерь энергии в пассивном открытом детском бассейне размером $3 \times 3 \times 0,5 \text{ м}^3$ и с учетом следующих параметров: $A = 9 \text{ м}^2$, $w = 1.5 \text{ м/с}$, $T_w = 305 \text{ К}$, $T_a = 298 \text{ К}$, $P_w = 4246 \text{ Па}$, $P_a = 3169 \text{ Па}$, $\varepsilon_w = 0.9$, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$ получены следующие значения тепловых потерь при испарении, потерь

радиационного и конвективного тепла: $Q_e = 2 \text{ kW}$, $Q_r = 0.4 \text{ kW}$, $Q_c = 0.6 \text{ kW}$.

Результаты показали, что значительная часть энергии теряется при испарении воды, что указывает на необходимость использования высококачественных гидроизоляционных материалов и эффективных методов сохранения тепла.

- Установлено, что, для повышения температуру детского солнечного бассейна с размером $3 \times 3 \times 0,5 \text{ м}^3$ теряет 3 кВт энергии в результате внешних воздействий;

- 67% энергии теряется при испарении, 20% энергии теряется при излучении, 13% энергии теряется при конвекции (рис.4).



Рис. 4. Представлена диаграмма потерь энергии в пассивном открытом бассейне.

Также согласно [10], уровень падающей прямой солнечной энергии на поверхность предлагаемого открытого солнечного детского бассейна в течение 12 часов составляет $\sim 296 \text{ МДж}$.

Таким образом, на основе проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

- Установлено, что, для повышения температуру детского солнечного бассейна с размером $3 \times 3 \times 0,5 \text{ м}^3$ на 10°C и поддержания ее на уровне $\pm 0,1^\circ\text{C}$ в течение 12 часов в летний период года необходимо $210,672 \text{ МДж}$ энергии, которая выделяется при сжигании $5,9 \text{ м}^3$ природного газа;
- выявлено, что, использование прямой солнечной энергии для нагрева детского солнечного бассейна с размером $3 \times 3 \times 0,5 \text{ м}^3$ позволяет покрыть 101 МДж энергии, это равносильно экономии $\sim 50\%$ природных ресурсов.

При этом необходимо отметить, что солнечные системы обогрева бассейнов предлагают значительные экологические и экономические преимущества по сравнению с традиционными методами обогрева.

Тепловые потери:

- Основная часть тепловых потерь бассейнов связана с испарением воды, что указывает на необходимость использования эффективных гидроизоляционных материалов и методов сохранения тепла.
- Выявлено, что около 67% энергии теряется при испарении, 20% — при излучении и 13% — при конвекции.

Практическое применение:

- Использование прямой солнечной энергии для нагрева бассейнов может значительно сократить потребление природных ресурсов.
- Для поддержания температуры бассейна на нужном уровне требуется значительное количество энергии, однако солнечные системы позволяют сократить затраты на энергию примерно на 50%.

Экологические преимущества:

- Сокращение выбросов углекислого газа: использование экологически чистых возобновляемых источников энергии, сокращение выбросов парниковых газов, связанных с системами отопления, работающими на ископаемом топливе [6].
- Сохранение ресурсов: способствует устойчивой практике за счет снижения зависимости от ограниченных ресурсов ископаемого топлива [7].

Экономическая выгода:

- Долгосрочная экономия средств: Хотя первоначальные затраты на установку могут быть выше, более низкие эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание приводят к долгосрочной экономии [6].
- Государственные стимулы: многие правительства предлагают финансовые стимулы и скидки, чтобы стимулировать внедрение систем

солнечной энергии, что еще больше повышает экономическую жизнеспособность [7].

Заключение. Эволюция технологий подогрева плавательных бассейнов с использованием солнечной энергии подчёркивает важность этой технологии как устойчивого и эффективного решения для владельцев бассейнов.

Современные солнечные системы обеспечивают не только эффективное использование энергии, но и значительные экологические и экономические выгоды, сокращая выбросы углекислого газа и снижая эксплуатационные расходы.

Достижения в области солнечных коллекторов и интеграция интеллектуальных систем управления позволяют оптимизировать работу бассейнов, минимизируя потери энергии и повышая удобство эксплуатации. В условиях растущего спроса на возобновляемые источники энергии, солнечные системы подогрева будут играть всё более значимую роль в обеспечении устойчивого образа жизни.

Таким образом, солнечные системы обогрева бассейнов представляют собой жизнеспособное и устойчивое решение с множеством преимуществ как с точки зрения экологии, так и экономии ресурсов.

Список литературы

1. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley&Sons.
2. Kalogirou, S. A. (2009). Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press.
3. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2006). Solar Thermal Collectors and Applications. Energy.
4. Anderson, T. N., Duke, M., & Carson, J. K. (2009). The performance of a building integrated photovoltaic/thermal (BIPVT) solar collector. Solar Energy, 83(4), 445-455.

5. Chow, T. T., He, W., & Ji, J. (2006). Hybrid photovoltaic-thermosyphon water heating system for residential application. *Solar Energy*, 80(3), 298-306.
6. Garg, H. P., & Prakash, J. (2000). *Solar Energy: Fundamentals and Applications*. Tata McGraw-Hill Education.
7. Tiwari, G. N. (2002). *Solar Energy: Fundamentals, Design, Modelling and Applications*. Alpha Science International.
8. Ф. Ш. Касимов. “Қуёш нурланишини тубидан ютувчи ҳажмий қуёш сув иситгич коллекторларининг иссиқлик режимларини моделлаштириш ва параметрларини оптималлаш” / Диссертационная работа. УДК 662.997÷ 621.47. Қарши – 2021.
9. E. Ruiz, P.J. Martinez. Analysis of an open-air swimming pool solar heating system by using an experimentally validated TRNSYS model / *Solar Energy* 84 (2010) 116–123.
10. Вохидов А.У., Арзиев З.Д.. Тепловая эффективность в открытых пассивных бассейнов / “Проблемы энерго- и ресурсосбережения” журнал №2. Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, год 2022, июл 133-140 стр.

PROJECTING POWER SECTOR DEMAND: THE ROLE OF ENERGY MODELING TOOLS

Jamshid Yakhshilikov^{1,2,1}, Marco Cavana¹, Pierluigi Leone¹

¹ *Politecnico di Torino, Department of Energy, jamshid.yakhshilikov@polito.it*

² *Turin Polytechnic University in Tashkent;*

¹ *Politecnico di Torino, Department of Energy, marco.cavana@polito.it*

¹ *Politecnico di Torino, Department of Energy, pierluigi.leone@polito.it*

¹ Corresponding author at: Dipartimento di Energia, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, Italy.

E-mail address: jamshid.yakhshilikov@polito.it (J. Yakhshilikov)

Содержание	
Секция 1	
Н.Р. Авезова, Э.Ю. Рахимов, А.У. Вохидов, М.Х. Дехконова. Методика расчета тепловых потерь через трехслойные светопрозрачные ограждения зданий	8
Н.А. Матчанов, А.У. Вохидов, З.Д. Арзиев. Солнечный обогрев воды в плавательных бассейнах	26
J. Yakhshilikov, M. Cavana, P. Leone. Projecting power sector demand: the role of energy modeling tools	35
R. Aliev, M. Komilov, N. Mirzaalimov, M. Usmanova. Studying the effect of gold nanoparticle penetrated into a solar cell on photoelectric parameters by numerical modeling using sentaurus tcad software	37
М.А. Аскарлов, Ф.Ф. Исаев, Э.З. Имамов, И.Т. Базаров, А.А. Мухамедов. Перспективы производства солнечных элементов на основе аморфного кремния	43
A.A. Alaev. Perspectives of concentrated solar cells in electric power industry	48
Б.Д. Мамаджанов. Развитие энергетики в Германии на основе возобновляемых источников энергии	58
Н.Ф. Зикриллаева, К.А. Исмаилов, Х.У. Камалов, З.Т. Кенжаев, Т.Б. Исмаилов, Ш.З. Олламберганов. Магнитные свойства кремния, легированного примесными атомами	67
З.Д. Арзиев. Анализ современных технологий, используемых при солнечном обогреве бассейнов, и их преимущества	72
D.D. Karimjonov. Cleaning the solar panel by water pressure	76
Р. Алиев, И. Гуломова, В. Абдуазимов. Двухсторонне-чувствительные фотовольтаические гетероструктуры на основе перовскита	80
K.M. Reymov, SH.M. Esemuratova, G.M. Esemuratova Analysis of solar movement in improving solar energy efficiency	87
K.A. Ismaylov, N.F. Zikrillaev, Z.T. Kenzhaev, Sh.Z. Ollamberganov T.B. Ismailov. Technology of texture production on monocrystalline silicon wafers	91
M.S. Paizullakhanov, O.R. Parpiev, J.Z. Shermatov, S.S. Sabirov, A.A. Xolmatov. Solar energy use for a synthesis of nickel ferrite	96
K.A. Ismaylov., Z.T.Kenjaye. Kh.U.Kamalov. The development of solar energy in Uzbekistan	102
Р.А. Муминов, Э.З. Имамов, Х.Н. Каримов, А.Э. Имамов, М.А. Аскарлов. Расчет электрических параметров контактного поля нано-гетеро-перехода	106
J.O. Izzatillaev, I. Kh. Siddikov, D.B. Kodirov. Determination of voltage drop in a photovoltaic system using etap software	113
N.B. Abbosova. Use of innovative technologies in the process of studying problems of alternative energy sources in physics lessons	120
SH.M. Esemuratova, G.M. Esemuratova. Charging public buildings in the city with solar energy	125