



ISSN (print) 2091-5985

ISSN (online) 2181-1946

**ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС
ТЕЖАШ МУАММОЛАРИ**

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**PROBLEMS OF ENERGY
AND SOURCES SAVING**

Махсус сон (№86)

2024

Energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish uchun mamlakatimiz energetika tizimini isloh qilishimiz, bu borada aniq strategiya ishlab chiqishimiz lozim.

Sh.M.Mirziyoyev

Для повышения эффективности использования энергоресурсов нам необходимо реформировать энергетическую отрасль страны, разработать в этом направлении конкретную стратегию.

Ш.М.Мирзиёев

In order to increase the efficiency of energy resources, we need to reform the energy system of our country and develop a clear strategy in this regard.

Sh.M.Mirziyoyev



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ЭНЕРГЕТИКА ВАЗИРЛИГИ
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА
ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРСЛАР ТЕЖАШ
ИЛМИЙ-АМАЛИЙ ВА ЎҚУВ МАРКАЗИ
«ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОРЛИГИ ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧАН ЭНЕРГИЯ
МАНБАЛАРИ» ИЛМИЙ - ТАДҚИҚОТ ЛАБОРАТОРИЯСИ
«МУҚОБИЛ ЁҚИЛҒИ ВА ЭНЕРГИЯ КОРХОНАЛАРИ»
АССОЦИАЦИЯСИ

ISSN (print) 2091-5985
ISSN (online) 2181-1946

ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС ТЕЖАШ МУАММОЛАРИ

Журнал 2002 йилда
ташқил қилинган

Йилига 4 марта
чоп этилади

2024 й. ————— МАХСУС СОН
(№86)

ТОШКЕНТ - 2024

ТАҲРИР КЕНГАШИ АЪЗОЛАРИ

Акад. А.У.Салимов (раис), акад. Р.А.Захидов (раис ўринбосари), акад. Т.Х.Насиров
акад. Н.Р.Юсупбеков, т.ф.д., проф. С.М.Турабджанов,
т.ф.д., проф. Ж.Б.Тошов

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

Бош муҳаррир: акад. Аллаев К.Р.
Бош муҳаррир ўринбосари: проф. Ситдиқов Р.А.
Илмий котиб: доц. Раҳмонов И.У.

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ АЪЗОЛАРИ:

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ

т.ф.д., проф. Т.Ш. Гайибов т.ф.д., проф. А.Н. Назарычев (Россия)
т.ф.д., проф. А.Д. Таслимов т.ф.д., проф. М.Ш. Мисриханов (Россия)
т.ф.д., проф. М.К. Бобожанов т.ф.д., проф. М. Колшун (Словакия)
т.ф.д., проф. М.И. Ибадуллаев проф. Christian Kreischer (Германия)

ИССИҚЛИК ВА АТОМ ЭНЕРГЕТИКАСИ

т.ф.д., проф. Р.П. Бабаходжаев ҚР МФА акад. Б.К. Алияров (Қозоғистон)
т.ф.д., проф. Ё.С. Аббосов ҚР МФА акад. С.А. Кешуов (Қозоғистон)
т.ф.д., проф. И.И. Садыков т.ф.д., проф. Ж.С. Абдимуратов (Қозоғистон)
PhD, доц. Ш.Ш. Абдумаликов БелР МФА акад. А.А. Михалевич (Белорусия)

ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ ВА ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ

т.ф.д., проф. Ф.А. Хошимов т.ф.д., проф. Н.Ш. Чемборисова (Россия)
т.ф.д., проф. О.Х. Ишназаров т.ф.д., проф. Н.Л. Новиков (Россия)
т.ф.д., проф. Н.Б. Пирматов проф. Ekkehard Bolte (Германия)
т.ф.д., проф. Х.М. Муратов проф. Wilfrid Hofmann (Германия)

МУҚОБИЛ ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ

т.ф.д., проф. Г.Н. Узаков PhD, проф. Kuibock Lee (Жанубий Корея)
т.ф.д., проф. Н.Р. Авезова т.ф.д., проф. Ж.О. Титова (Россия)
т.ф.д., проф. А.М. Мирзабаев PhD, проф. Rhee Young Woo (Жанубий Корея)
т.ф.д., доц. И.А. Юлдошев проф. Peter Schegner (Германия)

НЕФТЬ ВА ГАЗ. ЁҚИЛҒИ РЕСУРСЛАРИ

т.ф.д., проф. Н.С. Махмудов т.ф.д., проф. А.Ф. Максименко (Россия)
т.ф.д., проф. У.С. Назаров т.ф.д., проф. Ф.Г. Жағфаров (Россия)
т.ф.д., проф. Ф.Я. Умаров т.ф.д., проф. И.Г. Кантаржи (Россия)
к.т.н., доц. И.Х. Халисматов PhD, доц. А.С. Кулиев (Россия)

СУВ ЭНЕРГЕТИКАСИ ВА ЭКОЛОГИЯ МУАММОЛАРИ

т.ф.д., проф. М.М. Мухаммадиев PhD, проф. Lee Young-Seak (Жанубий Корея)
т.ф.д., проф. Б.М. Турсунов т.ф.д., проф. Д.С. Ахметбаев (Қозоғистон)
т.ф.д., проф. О.Я. Гловацкий т.ф.д., проф. В.А. Хохлов (Россия)
т.ф.д., проф. Б.У. Уришев PhD, проф. Namgee Jung (Жанубий Корея)

Техник муҳаррир: доц. Ниёзов Н.Н.

Таҳририят манзили: 100095, Тошкент ш., Университет кўчаси, 2, ТошДТУ, ЭФ биноси, 220-хона. Тел. +99871-246-08-04; E-mail: tstu_energy@list.ru

Журнал Тошкент шаҳар Матбуот ва ахборот бошқармаси рўйхатида олинган:
2007 йил 12 январ, 02-0044 гувоҳнома, ISSN 2091-5985 (print) ISSN (online) 2181-1946..

MUNDARIJA

ELEKTR ENERGETIKASI

| | |
|--|----|
| K.R. Allaev. Dunyo va O'zbekiston energetikasining joriy holati va rivojlanish istiqbollari. | 12 |
| R.A. Sitdikov, O.V. Radionova, S.B. Talipova. Energiya ekspertizalarni o'tkazish uchun prediktiv tahlillardan foydalanish. | 39 |
| A.A. Pavlikov, L.A. Sadykova, S.M. Bakirov, D.A. Soloviev. Iste'molchilar transformatorlarining nosimmetrik rejimlarini aniqlash usullarini tahlil qilish. | 47 |
| T.Sh. Gayibov, K.M. Reymov. Tarmoq omilini hisobga olgan holda tarkibida yirik shamol elektr stansiyalari mavjud elektr energetika tizimlari holatlarini optimallashtirish. | 53 |
| T.Dj. Djoldosheva, A.T. Abdullaeva, G.A. Murzakulova, Ye.O. Seytaliev. Elektr energiyasi sifatini statistik usullar orqali tahlil qilish. | 61 |
| A.D. Taslimov, M.V. Meliqo'ziyev. Shahar elektr tarmoqlarining elektr yuklamalarini boshqarish va optimallashtirish. | 68 |
| Sh.B. Umarov. Avtonom tok inverterlari ikki sxemasini chiqish kuchlanishining shakli bo'yicha solishtirish tahlili. | 79 |
| M.I. Ibadullayev. Uch fazali ferrozonans chastalardagi subgarmonik chastotalardagi avtoparametrik tablanishlarning matematik modeli. | 89 |
| M.A. Abzalov, L.A. Sodiqova, S.M. Bakirov, D.A. Soloviev. O'lchov tizimlarining birlamchi konvertorlarining xususiyatlarini tahlil qilish. | 95 |

ISSIQLIK VA ATOM ENERGETIKASI

| | |
|---|-----|
| M. Kavkatbekov, R.P. Babaxodjaye, N.T. Tashbayev. Kullik darajasi yuqori bo'lgan Angren qo'ng'ir ko'mirini gazifikatsiyalash jarayonining sonli tadqiqoti. | 100 |
| G'.N. Uzoqov, A.B. Safarov, O.I. Raxmatov. TMN1-F90BER markali issiqlik nasosini Matlab/Simulink tizimida modellashtirish. | 114 |
| X.S. Isaxodjaye, I.A. Toshpo'latov. Havoni mo'tadillashtirish tizimlarida bevosita bug'latib sovitish qurilmasining matematik modelini ishlab chiqish. | 123 |

ENERGIYA SAMARADORLIGI VA ENERGIYANI TEJASH

| | |
|---|-----|
| F.A. Xoshimov, K.Sh. Kadirov, X.U. Yusupaliyeva. To'qimachilik sanoat korxonalariga zamonaviy energiya tejankor texnologiyalarni transfer qilish. | 132 |
| R.A. Zaxidov, S.Q. Saloydinov. O'zbekistonda tog'li hududlar uchun barqaror energetika: gidro va shamol energiyasining kombinatsiyalangan tizimlaridan foydalanib energiya samaradorligini oshirish. | 141 |
| M.Q. Bobojanov. Asinxron mashinalar energosamaradorligini oshirish imkoniyatlari | 150 |
| F. Nosirov, O. Glovatskiy, R. Do'smatov, G. Azizova. Nasos o'rnatish energiya samaradorligini oshirishning innovatsion usullari. | 158 |

MUQOBIL VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI

| | |
|--|-----|
| N.R. Avezova, A.M. Mirzabayev, B.T. Shodiyev. Issiq iqlim sharoitida mahsulotlarni sovutish va saqlashning energiya tejaydigan texnologiyalari. | 165 |
| B. Urishev, A.P. Umirov, T.U. Toshev. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini ishlab chiqish asosida gidroakkumulyatsiya qilish tizimining parametrlarini aniqlash | 175 |

NEFT VA GAZ. YOQILG'I RESURSLARI

| | |
|---|-----|
| A.A. Mukolyans, J.M. Nizomov. Gaz taqsimlash tarmoqlarida drossel o'rniga detander-generator agregatidan foydalanishning maqsadga muvofiqligini baholash | 182 |
|---|-----|

SUV ENERGETIKASI VA EKOLOGIYA MUAMMOLARI

| | |
|--|-----|
| M.M. Muxammadiyev, K.S. Djurayev, S.K. Gadayev. Erkin oqimchali mikrohidroelektr stansiyalardan foydalanishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash uslubiyati. | 191 |
| S.D. Isaqulov. Ekologik xavflarni hisobga olgan holda O'zbekiston Respublikasida energetikani rivojlantirish istiqbollari. | 198 |

ENERGETIKA SOHASIDA KADRLAR TAYYORLASH

| | |
|---|-----|
| L.A. Sadikova. Qozog'istonda muhandislik kadrlarini tayyorlash muammolari va istiqbollari. | 203 |
| XOTIRA | |
| T.X. Nasirov. | 207 |

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»
АССОЦИАЦИЯ «ПРЕДПРИЯТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ТОПЛИВА И ЭНЕРГИИ»

ISSN (print) 2091-5985
ISSN (online) 2181-1946

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Журнал основан
в 2002 году

Издаётся 4 раза
в год

2024 г. ————— СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК
(№86)

ТАШКЕНТ - 2024

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик А.У.Салимов (председатель), акад. Р.А.Захидов (заместитель председателя),
акад. Т.Х.Насиров, акад. Н.Р.Юсупбеков, д.т.н., проф. С.М.Турабджанов,
д.т.н., проф. Ж.Б.Тошов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: акад. Аллаев К.Р.
Заместитель главного редактора: проф. Ситдииков Р.А.
Ученый секретарь: доц. Рахмонов И.У.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

д.т.н., проф. Гайибов Т.Ш. д.т.н., проф. Назарычев А.Н. (Россия)
д.т.н., проф. Таслимов А.Д. д.т.н., проф. Мисриханов М.Ш. (Россия)
д.т.н., проф. Бобожанов М.К. д.т.н., проф. Колцун М. (Словакия)
д.т.н., проф. Ибадуллаев М.И. проф. Christian Kreischer (Германия)

ТЕПЛО - И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

д.т.н., проф. Бабаходжаев Р.П. акад. НАН РК Алияров Б.К. (Казахстан)
д.т.н., проф. Аббосов Ё.С. акад. НАН РК Кешуов С.А. (Казахстан)
д.т.н., проф. Садыков И.И. д.т.н., проф. Абдимуратов Ж.С. (Казахстан)
PhD, доц. Абдумаликов Ш.Ш. академик НАН РБ Михалевич А.А. (Белоруссия)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

д.т.н., проф. Хошимов Ф.А. проф. Чемборисова Н.Ш. (Россия)
д.т.н., проф. Ишназаров О.Х. проф. Новиков Н.Л. (Россия)
д.т.н., проф. Пирматов Н.Б. проф. Ekkehard Bolte (Германия)
д.т.н., проф. Муратов Х.М. проф. Wilfrid Hofmann (Германия)

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

д.т.н., проф. Узакон Г.Н. PhD, проф. Kuubock Lee (Южная Корея)
д.т.н., проф. Авезова Н.Р. д.т.н., проф. Титова Ж.О. (Россия)
д.т.н., проф. Мирзабаев А.М. PhD, проф. Rhee Young Woo (Южная Корея)
д.т.н., доц. Юлдошев И.А. проф. Peter Schegner (Германия)

НЕФТЬ И ГАЗ. ТОПЛИВНЫЕ РЕСУРСЫ

д.т.н., проф. Махмудов Н.С. д.т.н., проф. Максименко А.Ф. (Россия)
д.т.н., проф. Назаров У.С. д.т.н., проф. Жагфаров Ф.Г. (Россия)
д.т.н., проф. Умаров Ф.Я. д.т.н., проф. Кантаржи И.Г. (Россия)
к.т.н., доц. Халисматов И.Х. PhD, доц. Кулиев А.С. (Россия)

ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

д.т.н., проф. Мухаммадиев М.М. PhD, проф. Lee Young-Seak (Южная Корея)
д.т.н., проф. Турсунов Б.М. д.т.н., проф. Ахметбаев Д.С. (Казахстан)
д.т.н., проф. Гловацкий О.Я. д.т.н., проф. Хохлов В.А. (Россия)
д.т.н., проф. Уришев Б.У. PhD, проф. Namgee Jung (Южная Корея)

Технический редактор: доц. Ниёзов Н.Н.

Адрес редакции: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, ТашГТУ, корпус ЭФ,
ком. № 220. Тел. +99871-246-08-04; E-mail: tstu_energy@list.ru

Журнал зарегистрирован в Управлении печати и информации г. Ташкента 12. 01. 2007
года, регистрационное свидетельство № 02-0044, ISSN 2091-5985 (print),
ISSN (online) 2181-1946.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

| | |
|--|-----|
| К.Р. Аллаев. О состоянии и перспективах развития энергетики мира и Узбекистана. | 12 |
| Р.А. Ситдиқов, О.В. Радионова, С.Б. Талипова. Использование предиктивной аналитики для проведения энергетических экспертиз. | 39 |
| А.А. Павликов, Л.А. Садыкова, С.М. Бакиров, Д.А. Соловьев. Анализ способов определения несимметричных режимов работы потребительских трансформаторов. | 47 |
| Т.Ш. Гайибов, К.М. Реймов. Оптимизация режимов электроэнергетических систем содержащих крупные ветроэлектростанции с учетом сетевого фактора. | 53 |
| Т.Дж. Джолдошева, А.Т. Абдуллаева, Г.А. Мурзакулова, Е.О. Сейталиев. Анализ качества электрической энергии статистическими методами. | 61 |
| А.Д. Таслимов, М.В. Меликузиев. Управление и оптимизация электрических нагрузок городских электросетей. | 68 |
| Ш.Б. Умаров. Сопоставительный анализ по форме выходного напряжения двух схем автономных инверторов тока. | 79 |
| М.И. Ибадуллаев. Математическая модель автопараметрических колебаний на частоте субгармоник в трехфазных феррорезонансных цепях. | 89 |
| М.А. Абзалов, Л.А. Садыкова, С.М. Бакиров, Д.А. Соловьев. Анализ особенностей первичных преобразователей измерительных систем. | 95 |
| ТЕПЛО - И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА | |
| М.М. Кавкатбеков, Р.П. Бабаходжаев, Н.Т. Ташбаев. Численное исследование процесса газификации высококалорийного Ангрнского бурого угля. | 100 |
| Г.Н. Узаков, А.Б. Сафаров, О.И. Рахматов. Моделирование теплового насоса TMN1-F90BER в системе Matlab/Simulink. | 114 |
| Х.С. Исаходжаев, И.А. Тошпулатов. Разработка математической модели устройства прямого испарительного охлаждения в системах кондиционирования воздуха. | 123 |
| ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ | |
| Г.А. Хошимов, К.Ш. Кадилов, Х.У. Юсупалиева. Передача современных энергосберегающих технологий предприятиям текстильной промышленности. | 132 |
| Р.А. Захидов, С.К. Салойдинов. Устойчивая энергетика для горных районов Узбекистана: повышение энергоэффективности с использованием комбинированных гидро- и ветроэнергетических систем. | 141 |
| М.К. Бобожанов. Возможности повышения энергоэффективности асинхронных машин. | 150 |
| Ф. Носиров, О. Гловацкий, Р. Дусматов, Г. Азизова. Инновационные методы повышения энергоэффективности насосной установки. | 158 |
| АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ | |
| Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Б.Т. Шодиев. Энергоэффективные технологии охлаждения и хранения продукции в условиях жаркого климата. | 165 |
| Б. Уришев, А.П. Умиров, Т.У. Тошев. Определение параметров гидроаккумулирующей системы на основе генерации возобновляемых источников энергии. | 175 |
| НЕФТЬ И ГАЗ. ТОПЛИВНЫЕ РЕСУРСЫ | |
| А.А. Мукольянц, Ж.М. Низомов. Оценка целесообразности использования детандер-генераторного агрегата как замены дросселя в газораспределительных сетях. | 182 |
| ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ | |
| М.М. Мухаммадиев, К.С. Джураев, С.К. Гадаев. Методика определения технико-экономических показателей использования микро ГЭС со свободным потоком. | 191 |
| С.Д. Исакулов. Перспективы развития энергетики Республики Узбекистан с учетом экологических рисков. | 198 |
| ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ | |
| Л.А. Садыкова. Проблемы и перспективы подготовки инженерных кадров в Казахстане. | 203 |
| ПОМНИМ | |
| Т.Х. Насиров. | 207 |

**MINISTRY OF ENERGY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATION OF
THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
SAVING ENERGY AND RESOURCES SCIENTIFIC-PRACTICAL AND
EDUCATIONAL CENTER**

**THE SCIENTIFIC RESEARCH LABORATORY OF "ENERGY SAVINGS
AND RENEWABLE SOURCES OF ENERGY"**

ASSOCIATION OF ALTERNATIVE FUEL AND ENERGY ENTERPRISES

*ISSN (print) 2091-5985
ISSN (online) 2181-1946*

PROBLEMS OF ENERGY AND SOURCES SAVING

The magazine founded
in 2002

Printed 4 times
a year

2024 y.



SPECIAL ISSUE

(№86)

TASHKENT - 2024

EDITORIAL COUNCIL

Academician A.U. Salimov (chairman), acad. R.A. Zakhidov (deputy chairman),
acad. T.Kh. Nasirov, acad. N.R. Yusupbekov, DScTech, prof. S.M. Turabdzhanov,
DScTech, prof. Zh.B. Toshov

EDITORIAL TEAM

Chief Editor: acad. Allaev K.R.
Deputy Chief: prof. Sitdikov R.A.
Scientific Secretary Editor: dots. Rakhmonov I.U.

MEMBERS OF THE EDITORIAL COLLEGE:

ELECTRIC POWER

DSc, prof. Gayibov T.Sh. DSc, prof. Nazarychev A.N. (Russia)
DSc, prof. Taslimov A.D. DSc, prof. Misrikhanov M.Sh. (Russia)
DSc, prof. Bobozhanov M.K. DSc, prof. M. Kolcun (Slovakia)
DSc, prof. Ibadullaev M.I. prof. Christian Kreischer (Germany)

HEAT AND NUCLEAR ENERGY

DSc, prof. Babakhodzhaev R.P. acad. NASc RK Aliyarov B.K. (Kazakhstan)
DSc, prof. Abbosov Y.S. acad. NASc RK Keshuov S.A. (Kazakhstan)
DSc, prof. Sadykov I.I. DSc, prof. Abdimuratov Zh.S. (Kazakhstan)
PhD, dots. Abdumalikov Sh.Sh. acad. NAS RB A.A. Mikhalevich (Belarus)

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

DSc, prof. F.A. Khoshimov DSc, prof. Chemborisova N.Sh. (Russia)
DSc, prof. Ishnazarov O.H. DSc, prof. Novikov N.L. (Russia)
DSc, prof. Pirmatov N.B. prof. Ekkehard Bolte (Germany)
DSc, prof. Muratov Kh.M. Prof. Wilfrid Hofmann (Germany)

ALTERNATIVE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

DSc, prof. Uzakov G.N. PhD, prof. Kyubock Lee (South Korea)
DSc, prof. Avezova N.R. DSc, prof. Titova Zh.O. (Russia)
DSc, prof. Mirzabaev A.M. PhD, prof. Rhee Young Woo (South Korea)
DSc, dots. Yuldoshev I.A. prof. Peter Schegner (Germany)

OIL AND GAS. FUEL RESOURCES

DSc, prof. Makhmudov N.S. DSc, prof. Maksimenko A.F. (Russia)
DSc, prof. Nazarov U.S. DSc, prof. Zhagfarov F.G. (Russia)
DSc, prof. Umarov F.Ya. DSc, prof. Kantarzhi I.G. (Russia)
PhD., dots. Khalismatov I.Kh. PhD, Assoc. Kuliev A.S. (Russia)

WATER-ENERGY AND ECOLOGY PROBLEMS

DSc, prof. Mukhammadiev M.M. PhD, prof. Lee Young-Seak (South Korea)
DSc, prof. Tursunov B.M. DSc, prof. Akhmetbaev D.S. (Kazakhstan)
DSc, prof. Glovatsky O. Ya. DSc, prof. Khokhlov V.A. (Russia)
DSc, prof. Urishev B.U. PhD, prof. Namgee Jung (South Korea)

Technical Editor: dots. Niyozov N.N.

The address of edition: 100095, Tashkent, University str., 2, TSTU, EF building, room 220.
Telephone: +99871-246-08-04; E-mail : tstu_energy@list.ru

The journal is registered in the Printing and Information Management of Tashkent, the registration
certificate № 02-0044 on 2007.01.12, ISSN 2091-5985 (print) ISSN (online) 2181-1946.

CONTENTS

ELECTRIC POWER

| | |
|---|----|
| K. R. Allaev. On the State and Prospects of Energy Development in the World and Uzbekistan. | 12 |
| R.A. Sitdikov, O.V. Radionova, S.B. Talipova. Using the predictive analytics to conduct of energy expertises. | 39 |
| AA.A. Pavlikov, L.A. Sadykova, S.M. Bakirov, D.A. Soloviev. Analysis of methods for determining asymmetrical operating modes of consumer transformers. | 47 |
| T.Sh. Gayibov, K.M. Reymov. Optimization of the regimes of power energy systems containing large wind stations, taking into account the network factor. | 53 |
| T.Dz. Dzholdosheva, A.T. Abdullaev, G.A. Murzakulova, E.O. Ceitaliev. Analysis of electric energy quality with statistical method. | 61 |
| A.D. Taslimov, M.V. Melikuziev. Management and optimization of electrical loads of city power grids. | 68 |
| Sh.B. Umarov. Comparative analysis of the output voltage form of two autonomous current inverter circuits. | 79 |
| M.I. Ibadullaev. Mathematical model of autparametric oscillations at the frequency of subharmonics in three-phase ferroresonance circuits. | 89 |
| M.A. Абзалов, Л.А. Садыкова, С.М. Бакиров, Д.А. Соловьев. Analysis of features of primary converters of measuring systems. | 95 |

HEAT AND NUCLEAR ENERGY

| | |
|---|-----|
| MM. Kavkatbekov, R.P. Babakhodzhaev, N.T. Tashbaev. Numerical study of the gasification process of high-ash Angren brown coal. | 100 |
| G.N. Uzakov, A.B. Safarov, O.I. Rakhmatov. Modeling of TMN1-F90BER heat pump in matlab/simulink system. | 114 |
| Kh.S. Isakhodjayev, I.A. Toshpulatov. Development of a mathematical model of a direct evaporative cooling device in air conditioning systems. | 123 |

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

| | |
|---|-----|
| F.A. Khoshimov, K.Sh. Kadirov, Kh.U. Yusupaliyeva. Transfer of modern energy-saving technologies to textile industry enterprises. | 132 |
| R.A. Zakhidov, S.Q. Saloydinov. Sustainable energy for mountainous regions in Uzbekistan: improving energy efficiency using combined hydro and wind energy systems. | 141 |
| M.K. Bobojanov. Possibilities of increasing the energy efficiency of asynchronous machines. | 150 |
| F. Nosirov, O. Glovatsky, R. Dusmatov, G. Azizova. Innovative methods for increasing the energy efficiency of a pumping installation. | 158 |

ALTERNATIVE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

| | |
|---|-----|
| N.R. Avezova, A.M. Mirzabaev, B.T. Shodiev. Energy-efficient technologies for cooling and storage of products in hot climates. | 165 |
| B.Urishev, A.P.Umirov, T.U.Toshev. Determination of parameters of a pumped storage system based on renewable energy generation. | 175 |

OIL AND GAS. FUEL RESOURCES

| | |
|--|-----|
| A.A. Mukolyants, J.M. Nizomov. Assessment of the feasibility of using a turboexpander-generator unit as a replacement for a throttle in gas distribution networks. | 182 |
|--|-----|

WATER-ENERGY AND ECOLOGY PROBLEMS

| | |
|---|-----|
| M.M. Mukhammadiyev, K.S. Dzhurayev, S.K. Gadaev. Methodology for determining technical and economic indicators for the use of freye-flow microhydroelectric power plants. | 191 |
| S.D. Isakulov. Prospects for the development of energy in the Republic of Uzbekistan taking into account environmental risks. | 198 |

TRAINING SPECIALISTS FOR THE ENERGY SECTOR

| | |
|--|-----|
| L.A. Sadykova. Problems and prospects of engineering personnel training in Kazakhstan. | 203 |
|--|-----|

REMEMBER

| | |
|----------------------------|-----|
| T.Kh. Nasirov. | 207 |
|----------------------------|-----|

УДК 621.3.042.2

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ
ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЖАРКОГО КЛИМАТА

Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Б.Т. Шодиев

Ushbu ishda O'zbekistonning issiq iqlimi sharoitida mahsulotlarni saqlash va sovutish sohasida energiya samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqiladi. Fotovoltaik panellar va issiqlik kollektorlarini birlashtirgan gibrid quyosh tizimlariga, shuningdek, meva va sabzavotlarni barqaror sovutish uchun energiyani saqlash usullariga alohida e'tibor qaratilgan. Energiya xarajatlari va uglerod chiqindilarini kamaytiradigan va mahsulotlarni yaxshiroq saqlash orqali oziq-ovqat xavfsizligini oshiradigan barqaror sovutish tizimlarini yaratishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilindi, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash sharoitlarini yaxshilash uchun bunday texnologiyalardan foydalanish, ayniqsa agrar komplekslarda, sovutish xarajatlari 25-30% ga kamayishi mumkin, bu esa oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlaydi hamda qazilma energiya manbalariga bog'liqlikni kamaytiradi.

Kalit so'zlar: *issiq iqlim sharoit, mahsulotlar, saqlash, sovutish, energiya, samaradorlik, usul, fotovoltaik panellar, issiqlik kollektori, gibrid quyosh tizimi, uglerod chiqindilari.*

В данной работе рассматриваются методы повышения энергоэффективности в сфере хранения и охлаждения продукции в условиях жаркого климата Узбекистана. Особое внимание уделено гибридным солнечным системам, которые сочетают фотоэлектрические панели и тепловые коллекторы, а также методам хранения энергии для стабильного охлаждения фруктов и овощей. Проанализированы современные подходы к созданию устойчивых систем охлаждения, способных сократить энергетические затраты и выбросы углерода, и повышающих продовольственную безопасность за счет более качественного хранения продукции; показано, что использование таких технологий для улучшения условий хранения сельскохозяйственной продукции, особенно в аграрных комплексах, снижает затраты на охлаждение на 25–30%, что укрепляет продовольственную безопасность и сокращает зависимость от ископаемых источников энергии.

Ключевые слова: *теплый климат, условия, продукты, хранение, охлаждение, энергия, эффективность, метод, фотоэлектрические панели, тепловой коллектор, гибридная солнечная система, выбросы углерода.*

Abstract. *This paper discusses methods for improving energy efficiency in the field of storage and cooling of products in the hot climate of Uzbekistan. Special attention is paid to hybrid solar systems that combine photovoltaic panels and thermal collectors, as well as energy storage methods for stable cooling of fruits and vegetables. Modern approaches to the creation of sustainable cooling systems capable of reducing energy costs and carbon*

emissions and increasing food security through better storage of products are analyzed, it is shown that the use of such technologies to improve the storage conditions of agricultural products, especially in agricultural complexes, cooling costs can be reduced by 25-30%, which strengthens food security and reduces dependence on fossil energy sources.

Keywords: *Hot climate conditions, products, storage, cooling, energy, efficiency, method, photovoltaic panels, heat collector, hybrid solar system, carbon emissions, sustainable cooling systems.*

Введение. Экономика Узбекистана характеризуется высокой энергоемкостью, что отражает ее зависимость от традиционных источников энергии и доминирование энергозатратных отраслей промышленности. В 2022 году общий уровень потребления энергии достиг более 30 миллионов тонн нефтяного эквивалента, причем значительная доля приходилась на промышленный сектор (около 40%). Энергопотребление в жилищно-коммунальном хозяйстве составляло около 23%, сельское хозяйство использовало примерно 20%, а транспорт — 3% от общего объема потребления электроэнергии страны.

В последние годы страна предпринимает конкретные шаги по повышению энергоэффективности, включая реформы по привлечению частных инвестиций и переход к конкурентному энергетическому рынку, что включает сокращение субсидий и стимулирование использования возобновляемых источников энергии. Для более комплексного развития энергетического сектора страна развивает законодательную базу и внедряет меры поддержки возобновляемых источников энергии, включая солнечную и ветряную энергию.

Основные расходы на электроэнергию в сельском хозяйстве Узбекистана сосредоточены на работе насосных станций для орошения, обогреве теплиц в зимний период и охлаждении продуктов в хранилищах. Отметим, что около 40% всех затрат на водоснабжение и электроэнергию в таких системах несет правительство, что снижает стимулы для фермеров к модернизации и внедрению энергосберегающих технологий. Электричество используется преимущественно для водозабора и перекачки воды, что особенно важно в южных районах страны, где требуется доставка воды на высоты. Энергозатраты на орошение, управление климатом в теплицах и хранилищах остаются значительными, но внедрение возобновляемых источников, таких как солнечная энергия, показывает потенциал для снижения затрат и уменьшения зависимости от ископаемого топлива [1].

Согласно исследованиям, сектор охлаждения и кондиционирования воздуха, включая промышленные системы хранения сельскохозяйственных продуктов, потребляет значительный объем энергии. Затраты на коммерческое охлаждение в республике к 2040 годам прогнозируется на уровне 0,26% от общего электропотребления страны, что составляет около 182 ГВт·ч в год. Эти системы включают холодильные склады для хранения продуктов, особенно фруктов и овощей, и требуют значительных ресурсов для поддержания температуры и качества продукции.

В период с 2004 по 2015 год по всему миру было установлено около 1350 систем охлаждения на солнечной энергии [2]. Около трех четвертей установок такого

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

типа в мире находятся в Европе, особенно в Испании, Германии, Италии и Греции. Большинство из этих установок оснащены высокоэффективными коллекторами с плоской поверхностью и вакуумными трубками. На сегодняшний день наиболее часто используемой в мире солнечной тепловой холодной технологией является технология абсорбции (72%), за которой следуют технологии адсорбции (17%) и твердого осушителя (10%). Технология жидкого осушителя составляет всего 1% установок [3]. В литературе упоминается лишь несколько фотоэлектрических приложений [3-4]. Рис. 1 показывает динамику развития технологий солнечного охлаждения в Европе и мире [2].

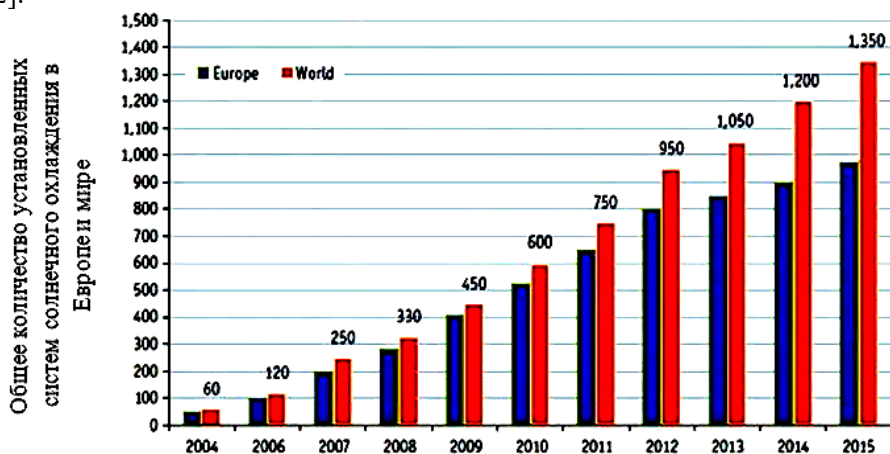


Рис.1. Количество установок солнечного охлаждения в Европе и в мире [2].

Тенденцию к росту количества установок солнечных систем охлаждения можно рассматривать как важнейший элемент перспективных исследований развития солнечной энергии в современных системах охлаждения.

Основные проблемы в рассматриваемой отрасли связаны с высокой энергоемкостью оборудования и устаревшими технологиями, что приводит к большим расходам электроэнергии. Введение более энергоэффективных решений, таких как системы на основе солнечной энергии, может существенно сократить потребление и повысить устойчивость сектора охлаждения [5]. Для повышения энергоэффективности в рассматриваемом секторе рекомендуется применение новых технологий и модернизация существующих систем.

Основная часть. На сегодняшний день солнечные и гибридные системы с накопителями энергии являются наиболее надежными и устойчивыми решениями в секторе тепло и хладоснабжения, которые используют львиную долю энергоресурсов в коммунально-бытовых и промышленных секторах экономики. Ниже перечислим инженерные подходы, которые доказывают, что использование гибридных солнечных систем находят широкое применение в различных отраслях промышленности и коммерции, обеспечивая как экологические, так и экономические преимущества.

1. Промышленные склады и производственные помещения. Гибридные системы, которые объединяют фотоэлектрические панели и солнечные тепловые коллекторы, широко внедряются в промышленных складах и производственных помещениях. Эти системы эффективно справляются с задачей охлаждения больших площадей, уменьшая зависимость от традиционных источников энергии и снижая эксплуатационные затраты [6]. Солнечные панели обеспечивают электричество для компрессоров и другой техники, а тепловые коллекторы поставляют энергию для абсорбционного охлаждения, что увеличивает общую энергоэффективность объектов. Результаты показывают, что такие системы могут сократить потребление электроэнергии на 30–50%, улучшая экологические показатели предприятия [7].

2. Центры обработки данных (дата-центры). Дата-центры предъявляют жесткие требования к стабильности температуры, так как любое отклонение может повлиять на производительность серверов и оборудования. Гибридные солнечные системы играют ключевую роль в обеспечении этого требования, поскольку они сочетают фотоэлектрическую генерацию энергии и солнечное охлаждение [8]. Электричество, получаемое от фотоэлектрических панелей, питает оборудование дата-центра, а тепловые системы обеспечивают абсорбционное охлаждение. Это способствует снижению нагрузки на электросеть и повышению устойчивости всей системы. Исследования показывают, что такие системы могут уменьшить использование традиционной энергии на 40%, увеличивая энергоустойчивость объектов [9].

3. Офисные здания с высокой энергоэффективностью. В современных офисных зданиях, особенно в регионах с жарким климатом, гибридные солнечные системы обеспечивают как охлаждение, так и подачу горячей воды. Эти системы сочетают фотоэлектрические панели и тепловые коллекторы для оптимизации использования солнечной энергии. Исследования показывают, что такие гибридные установки могут повысить общую энергоэффективность здания на 35–45%, уменьшив выбросы углерода и сократив затраты на энергопотребление [10]. Особенно эффективным является применение систем лучистого охлаждения с солнечными абсорбционными установками [11].

4. Аграрные комплексы. Крупные аграрные комплексы используют гибридные солнечные системы для поддержания оптимальных условий хранения урожая в охлаждаемых складах. Эти системы особенно эффективны в условиях жаркого климата, где необходимо контролировать температуру для минимизации потерь продуктов. Применение гибридных решений помогает снизить эксплуатационные расходы на 25–30% и минимизировать выбросы углерода, что делает агробизнес более устойчивым и экологически чистым [12].

5. Торговые центры и отели. В гостиницах и торговых центрах с высокой потребностью в охлаждении гибридные солнечные системы играют важную роль в обеспечении кондиционирования воздуха [13]. Эти системы могут значительно уменьшить затраты на энергопотребление в жаркие сезоны года и способствуют сокращению углеродного следа. Исследования показали, что использование таких решений может снизить эксплуатационные затраты на охлаждение на 20–40% по срав-

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

нению с традиционными системами, делая их важной частью устойчивой энергетики зданий [14].

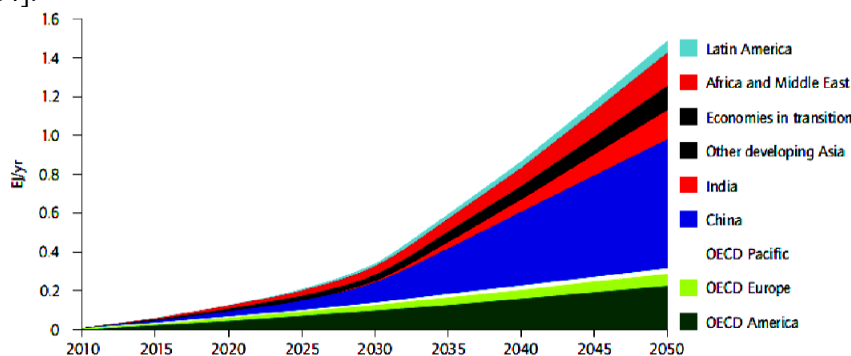


Рис.2. Перспективы развития солнечного охлаждения до 2050 года [15].

Наиболее востребованными исследованиями как в научном так и в практическом плане являются системы охлаждения с применением солнечных и гибридных технологий с накопителями энергии и их система управления для обеспечения эффективного охлаждения фруктов и овощей в овощехранилищах в зависимости климата местности для обеспечения стабильной и надежной энергоснабжением.

Анализ показывает, что после 2030 года ожидается существенный рост технологий солнечного охлаждения [15]. Это связано с ожидаемым снижением технологических затрат и ростом затрат на электроэнергию. Ожидаемое увеличение установленной мощности систем солнечного охлаждения составит более 1000 ГВт*ч к 2050 году, или 1,5 ЭДж в год производительности солнечного охлаждения (рис.2 и 3).

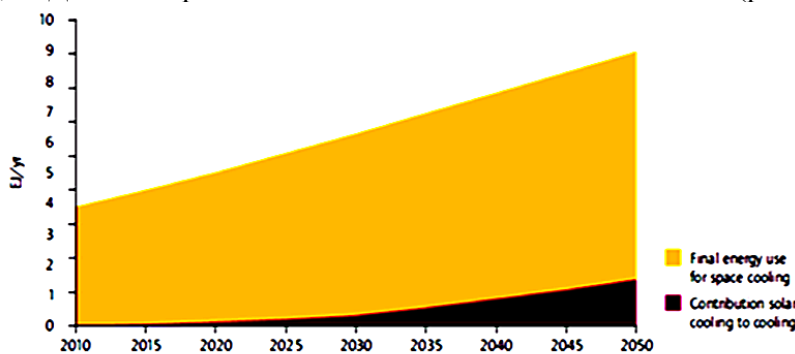


Рис.3. Доля солнечной энергии в потреблении энергии [15]

К 2050 году в регионе Китая и развивающихся азиатских стран доля солнечной энергии в системах охлаждения составит порядка 30%. Данный показатель для Африки и Ближнего Востока составит до 23%. Для Латинской Америки доля солнечного охлаждения составит порядка 16% из-за более низких экономических показателей этого региона [16].

Таким образом, окончательный спрос на энергию для охлаждения увеличится почти до 9 ЭДж к 2050 году, при этом солнечное охлаждение составляет почти 17% от общего потребления энергии для охлаждения (рис.1) [16].

В условиях жаркого климата и большого количества солнечных дней в году Узбекистан имеет значительный потенциал для использования солнечных технологий в рассматриваемом секторе. Эффективное хранение сельскохозяйственной продукции с применением энергосберегающих технологий поможет снизить потери продукции, повысить качество поставок и укрепить продовольственную безопасность. Создание таких систем позволит снизить зависимость от традиционных источников энергии, что важно для регионов с нестабильным электроснабжением.

При разработке и создании холодильников и овощехранилищ для хранения овощей и фруктов с использованием солнечных или гибридных технологий в Узбекистане круглогодичного или сезонного характера, необходимо учесть несколько факторов: климат региона, параметры существующей систем тепло и хладоснабжения объекта, устойчивость предлагаемых альтернативных систем энергоснабжения, показатели параметров потребности в сохранении свежести продукции (граничные условия на основе стандартов), а также умных технологий для управления и повышения эффективности.

Ниже приводится краткий научный обзор публикаций по интеграции солнечных технологий с системами хранения энергии и методы управления [17].

Методы испарительного охлаждения эффективны и экономичны для краткосрочного хранения фруктов и овощей, снижая температуру и повышая влажность в помещении помогают сохранить свежесть продуктов. В тропических и субтропических регионах применяются испарительные системы для краткосрочного хранения плодов и овощей. Такие системы эффективно снижают температуру и повышают влажность внутри хранилища, что значительно продлевает срок хранения продукции после сбора урожая. Основное преимущество таких систем – их энергоэффективность и низкая стоимость, что делает их привлекательными для использования в развивающихся странах. Стоимость внедрения таких систем значительно ниже, чем у традиционных охлаждающих технологий. Они экономически выгодны для применения в регионах с ограниченным доступом к электричеству. Однако такие системы имеют ограничения по длительности хранения и зависят от условий окружающей среды. Эти системы практически не выбрасывают углеродных эмиссий и являются экологически чистыми, что делает их идеальными для использования в сельских и удаленных районах отметим, что при этом испарительные системы требуют минимальных энергетических затрат и часто работают на нулевой или низкой энергии, используя только естественное испарение.

В тропических и субтропических регионах применяются испарительные системы для краткосрочного хранения плодов и овощей. Такие системы эффективно снижают температуру и повышают влажность внутри хранилища, что значительно продлевает срок хранения продукции после сбора урожая. В некоторых случаях такие системы используются в горных районах, где они могут функционировать без внешних источников энергии, используя естественное испарение.

В работах авторов [18] описаны различные методы солнечного охлаждения, включая абсорбционные и адсорбционные системы. Абсорбционные системы более эффективны с точки зрения коэффициента полезного действия (КПД) по сравнению с адсорбционными, но последние требуют более низких температур источника тепла. Абсорбционные системы, которые используют тепло от солнечной энергии, имеют более высокий COP, что делает их предпочтительными для применения. Однако адсорбционные системы работают при более низких температурах, что может быть полезно в регионах с умеренным климатом. Эти системы являются перспективными для применения в солнечных регионах, где доступность тепловой энергии высока. Они обеспечивают надежное охлаждение, но требуют тщательной настройки для поддержания эффективности. Также интегрировать их с другими источниками тепла, повышает их надежность и универсальность. КПД абсорбционных систем составляет около 0,7–1,2, в то время как адсорбционные системы имеют КПД ниже около 0,5–0,8. Температурный диапазон работы абсорбционных систем составляет — 75–220 °С. Первоначальные затраты на установку выше, чем у испарительных систем, но эксплуатационные расходы ниже за счет использования солнечной энергии. Средний срок окупаемости может варьироваться от 5 до 10 лет в зависимости от местных условий. Снижение выбросов CO₂ за счет использования возобновляемой энергии. Такие системы помогают сократить зависимость от ископаемого топлива. Абсорбционные системы охлаждения с использованием солнечной энергии были внедрены в экспериментальных установках для обеспечения охлаждения складов и хранилищ. Например, системы, использующие водно-аммиачные рабочие пары, позволяют поддерживать стабильные низкие температуры для хранения продуктов даже в жарких климатических условиях. Эти установки показали высокую эффективность в солнечных регионах, где температура может достигать высоких значений.

В работах авторов [19] обсуждены системы хранения энергии, такие как накопители охлажденной воды и ледовые системы. Ледовые системы обеспечивают большее хранение при меньшем объеме, но имеют более низкий КПД. Ледовые системы обеспечивают высокую плотность хранения энергии, но требуют сложной инфраструктуры. Ледовые системы обладают преимуществом в плане компактности, что делает их подходящими для небольших хранилищ; их применение требует дополнительных усилий по управлению и поддержанию температуры. Системы хранения воды более универсальны, но занимают больше места. Ледовые накопители обеспечивают высокую плотность хранения, с удельной теплоемкостью около 334 кДж/кг. КПД таких систем может достигать 0,5–0,7. Затраты на установку систем ледовых накопителей высоки, но они более эффективны в долгосрочной перспективе за счет меньшего потребления электроэнергии. Чиллерные системы имеют низкие эксплуатационные расходы. Экологически безопасны, поскольку используют воду и уменьшают выбросы CO₂ за счет снижения энергопотребления в пиковые часы.

В работе авторов [20] рассмотрены накопители тепловой энергии, которые улучшают стабильность работы солнечных систем охлаждения, обеспечивая непрерывную работу в условиях переменной солнечной радиации. Использование тепловых хранилищ повышает стабильность работы солнечных систем, позволяя им функ-

ционировать даже в условиях переменной солнечной радиации, что важно для обеспечения надежности работы систем охлаждения в хранилищах. Интеграция с накопителями энергии позволяет сгладить пики нагрузки и обеспечивать стабильное охлаждение в течение суток. Это делает такие системы устойчивыми к переменам погоды, повышая их надежность. Предложенные системы могут работать при температуре от 75 °С до 150 °С для одно- и двухступенчатых систем. COP может достигать 1,8 в многоступенчатых системах. Стоимость систем хранения энергии с использованием фазовых переходов (PCM) может быть выше, но обеспечивает устойчивую работу и снижает эксплуатационные расходы. Данные технологии снижают выбросы парниковых газов за счет уменьшения использования традиционных источников энергии и обеспечивают надежное охлаждение даже в периоды отсутствия солнечной радиации. В некоторых проектах использовались солнечные коллекторы, связанные с тепловыми хранилищами для работы абсорбционных чиллеров. Эти системы применялись для охлаждения в промышленности и сельском хозяйстве, обеспечивая непрерывное охлаждение и экономию энергии. Например, в странах с жарким климатом они применялись для создания стабильных условий хранения фруктов и овощей.

Следующая работа авторов [21] посвящена оценке возможности различных солнечных технологий для охлаждения, включая фотоэлектрические и термические системы, с акцентом на экономическую и экологическую эффективность как известных технологии термического и электрического охлаждения могут быть адаптированы в зависимости от требований к эффективности и условиям эксплуатации. Фотоэлектрические системы просты в установке и обслуживании, но их эффективность зависит от инсоляции. Термические системы более сложные, но имеют более высокий КПД. Отметим, что фотоэлектрические системы охлаждения имеют КПД около 15–20% при преобразовании солнечной энергии. Термические системы достигают КПД в диапазоне 0.6–1.0., использование гибридных систем для охлаждения объектов и хранилищ может увеличить общую эффективность системы.

Первоначальные вложения в фотоэлектрические панели выше, но эксплуатационные расходы практически отсутствуют. Термические системы требуют больше вложений в обслуживание. Эти системы демонстрируют хорошие показатели энергетической эффективности и экологической безопасности при разумных экономических затратах, что делает их привлекательными для долгосрочного использования. Интеграция с системами управления может еще больше повысить их эффективность и адаптивность.

Представленный краткий обзор по применению различных подходов и солнечных технологий показывает, что солнечные системы охлаждения и хранения энергии представляют собой жизнеспособные решения для хладоснабжения овощей и фруктов для республики. Оптимизация таких систем включает использование комбинированных методов и интеграцию технологий хранения энергии, что обеспечивает надежность и снижает энергетические затраты. Внедрение систем управления и автоматизации также может повысить стабильность и адаптивность этих технологий. Представленные примеры и их результаты показывают, что технологии солнечного

охлаждения уже находят успешное применение в различных климатических условиях и для различных целей, включая хранение фруктов и овощей.

Заключение. Применение гибридных солнечных систем охлаждения и хранения в Узбекистане обладает значительным потенциалом для снижения энергозатрат и повышения экологической устойчивости. В сельскохозяйственном секторе, который потребляет до 20% от общего объема электроэнергии, гибридные системы позволяют уменьшить расходы на охлаждение продуктов на 25–30%, что способствует снижению углеродного следа и уменьшению зависимости от субсидий. В промышленных и торговых объектах внедрение солнечных технологий позволяет сокращать потребление электроэнергии на 20–50%, что делает такие решения экономически выгодными и экологически безопасными. Для укрепления продовольственной безопасности и оптимизации затрат рекомендуется продолжать интеграцию технологий с умными системами управления, что обеспечит стабильное энергоснабжение в условиях нестабильной солнечной радиации и даст возможность поддерживать оптимальные условия хранения сельскохозяйственной продукции в любое время года.

Литература

1. Sinar ATM. (2020). Методические указания: Анализ видов и последствий отказов (FMEA). Retrieved from https://sinaratm.ru/upload/iblock/dec/Analiz-vidov-i-posledstviy-otkazov-FMEA-MU_STM.I_R2_02.pdf.
2. International Electrotechnical Commission. (2006). IEC 61025: Fault Tree Analysis (FTA). Retrieved from <https://webstore.iec.ch/publication/61025>.
3. International Electrotechnical Commission. (2013). IEC 62264-1: Enterprise-control system integration – Part 1: Models and terminology. Retrieved from <https://webstore.iec.ch/publication/62264-1>.
1. FAO, 2023; CGIAR, 2023; Netafim, 2024.
2. Alahmer and S. Ajib, “Solar cooling technologies: State of art and perspectives,” *Energy Convers Manag*, vol. 214, 2020, doi: 10.1016/j.enconman.2020.112896.
3. International Institute of Refrigeration (IIR) “Solar Cooling: 40th Informatory Note on Refrigeration Technologies,” Paris - France-75017, 2020.
4. B. Zhao, M. Hu, X. Ao, N. Chen, and G. Pei, “Radiative cooling: A review of fundamentals, materials, applications, and prospects,” *Applied Energy*, vol. 236. 2019. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.12.018.
5. UNECE, 2022; United for Efficiency, 2023.
6. Villarruel-Jaramillo, A., Pérez-García, M., Cardemil, J., & Escobar, R. (2021). Review of Polygeneration Schemes with Solar Cooling Technologies and Potential Industrial Applications. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en14206450>.
7. Ramos, A., Chatzopoulou, M., Guarracino, I., Freeman, J., & Markides, C. (2017). Hybrid photovoltaic-thermal solar systems for combined heating, cooling and power provision in the urban environment. *Energy Conversion and Management*, 150, 838-850. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2017.03.024>.

8. Herrando, M., Pantaleo, A., Wang, K., & Markides, C. (2019). Solar combined cooling, heating and power systems based on hybrid PVT, PV or solar-thermal collectors for building applications. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.004>.
9. Camacho, E., Gallego, A., Escaño, J., & Sánchez, A. (2019). Hybrid Nonlinear MPC of a Solar Cooling Plant. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/EN12142723>.
10. Wang, J., & Yang, Y. (2016). Energy, exergy and environmental analysis of a hybrid combined cooling heating and power system utilizing biomass and solar energy. *Energy Conversion and Management*, 124, 566-577. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2016.07.059>.
11. Fong, K., Chow, T., Lee, C., Lin, Z., & Chan, L. (2011). Solar hybrid cooling system for high-tech offices in subtropical climate – Radiant cooling by absorption refrigeration and desiccant dehumidification. *Energy Conversion and Management*, 52, 2883-2894. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2011.04.005>.
12. Prasartkaew, B., & Kumar, S. (2013). Experimental study on the performance of a solar-biomass hybrid air-conditioning system. *Renewable Energy*, 57, 86-93. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2013.01.034>.
13. Dino, G., Palomba, V., Nowak, E., & Frazzica, A. (2021). Experimental characterization of an innovative hybrid thermal-electric chiller for industrial cooling and refrigeration application. *Applied Energy*, 281, 116098. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116098>.
14. Alazazmeh, A., & Mokheimer, E. (2015). Review of Solar Cooling Technologies. *Journal of Applied Mechanical Engineering*, 4, 1-15. <https://doi.org/10.4172/2168-9873.1000180>.
15. A.B. Sulin et al., “Prospects of solar refrigeration machines application,” IV International Scientific and Practical Conference on Innovations in Engineering and Technology (ISPCIET 2021) AIP Conf. Proc. 2486, 040010-1–040010-9; <https://doi.org/10.1063/5.0106038> Published by AIP Publishing. 978-0-7354- 4269-6/\$30.00, vol. 2486, no. 1, pp. 0400101–0400109, Nov. 2022.
16. International Energy Agency. “Technology roadmap: solar heating and cooling.” 2012.
17. Basediya et al., 2013, <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-011-0311-6>.
18. Sârbu & Sebarchievici, 2013.
19. Sinha & Karale, 2013.
20. Sharma et al., 2019.
21. Nguyen & Nguyen, 2014.

*Представлено Ферганским политехническим институтом и
Национальным исследовательским университетом
“Ташкентский институт инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства”*

АКАДЕМИК ТЕМУРЖОН НОСИРОВ

Ўзбекистон илм-фани оғир жудоликка учради. Ўзбекистон Фанлар академиясининг академиги, техника фанлари доктори, профессор Темуրжон Носиров 2024 йил 12 ноябрь куни 83 ёшида вафот этди.

Т. Носиров 1941 йил 25 июлда Тошкент вилоятининг Зангиота туманида туғилди. 1963 йилда Тошкент политехника институти (ҳозирги Тошкент давлат техника университети)ни муҳандис-электрик мутахассислиги бўйича тамомлади. Мехнат фаолиятини ушбу олийгоҳда ассистент сифатида бошлади. Кейинчалик институт аспирантурасида таҳсил олиб, дастлаб номзодлик, сўнгра докторлик диссертациясини ҳимоя қилди. 2000 йилда Ўзбекистон Фанлар академиясининг аъзоси этиб сайланди.

Т. Носиров ўзининг 60 йиллик илмий-педагогик фаолияти давомида Тошкент давлат техника университетининг катта ўқитувчиси, доценти, кафедра мудири, "Ўзбекэнерго" акциядорлик жамияти ҳузуридаги Энергетика маркази директори, Фанлар академиясининг Энергетика муаммолари институтида бош илмий ходим каби масъулиятли лавозимларда самарали фаолият кўрсатиб, эл-юртимизга сидқидилдан хизмат қилди.

Таниқли олимнинг электр энергияси тизимларининг нормал ва авария ҳолатидаги режимларини комплекс таҳлил усулларини яратиш ва умумлаштириш борасидаги илмий тадқиқот ишлари мамлакатимиз илмий жамоатчилиги томонидан кенг эътироф этилган.

Т. Носировнинг электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш режимларини самарали бошқариш учун интеграллашган моделларни яратиш, санатор корхоналарида энергия сарфини ўрганиш ва тежамкор технологияларни ишлаб чиқаришга татбиқ этиш билан боғлиқ бир қатор илмий ишланмалари иқтисодий тармоқларига муваффақиятли жорий этилган.

Заҳматкаш олимнинг 300 дан ортиқ илмий мақолалари, 6 та монографиясида мамлакатимизнинг замонавий энергетика тизимидаги ислохот ва модернизация жараёнлари, соҳани ривожлантириш истиқболлари атрафли таҳлил этиб берилган.

Т. Носиров кўплаб ёшларга илм-фан сирларидан сабоқ берди. Унинг раҳбарлигида 5 нафар фан доктори ва 10 нафардан ортиқ фан номзодлари тайёрланди.

Таниқли олим, меҳрибон устоз, камтарин инсон Темуրжон Носировнинг хотираси қалбларимизда ҳамisha сақланиб қолади.

**Ш. МИРЗИЁЕВ, Т. НОРБОЕВА, Н. ИСМОИЛОВ,
А. АРИПОВ, Қ. АЛЛАЕВ**



АКАДЕМИК ТЕМУРЖОН НОСИРОВ

Наука Узбекистана понесла тяжелую утрату. 12 ноября 2024 года в возрасте 83 лет ушел из жизни академик Академии наук Узбекистана, доктор технических наук, профессор Темуրжон Носиров.

Т. Носиров родился 25 июля 1941 года в Зангиатинском районе Ташкентской области. В 1963 году окончил Ташкентский политехнический институт (ныне Ташкентский государственный технический университет) по специальности «инженер-электрик». Здесь начал свою трудовую деятельность в качестве ассистента. Учился в аспирантуре, защитил кандидатскую, а затем и докторскую диссертации. В 2000 году был избран членом Академии наук Узбекистана.

На протяжении 60 лет научно-педагогической деятельности Т. Носиров плодотворно и добросовестно трудился на благо народа, занимая такие ответственные должности, как старший преподаватель, доцент, заведующий кафедрой Ташкентского государственного технического университета, директор Центра энергетике при акционерном обществе «Ўзбекэнерго», главный научный сотрудник Института проблем энергетике Академии наук.

Научно-исследовательские труды видного ученого по созданию и обобщению методов комплексного анализа нормальных и аварийных режимов электроэнергетических систем получили широкое признание научной общественности нашей страны.

Ряд разработок Т. Носирова, связанных с созданием интегрированных моделей эффективного управления режимами выработки, передачи и распределения электрической энергии, изучением расхода энергии на промышленных предприятиях и внедрением в производство энергосберегающих технологий, успешно применяются в отраслях экономики.

Более чем в 300 научных статьях, 6 монографиях неутомимый ученый всесторонне анализировал процессы реформ и модернизации современной энергетической системы страны, перспективы развития отрасли.

Т. Носиров был настоящим наставником молодежи. Под его руководством подготовлены 5 докторов наук и больше 10 кандидатов наук.

Память об известном ученом, заботливом педагоге и скромном человеке Темуրжоне Носирове навсегда останется в наших сердцах.

**Ш. МИРЗИЁЕВ, Т. НАРБАЕВА, Н. ИСМОИЛОВ,
А. АРИПОВ, Қ. АЛЛАЕВ**



ИСПОЛЬЗУЙТЕ БЕЗУГЛЕРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



БЕРЕГИТЕ ПРИРОДУ



Индекс 1070

БУДУЩЕЕ «ЗЕЛЁНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**ГОДОВОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

