



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

**ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС
ТЕЖАШ МУАММОЛАРИ**

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО- И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**PROBLEMS OF ENERGY
AND SOURCES SAVING**

№ 4

2023

Энергия ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш учун мамлакатимиз энергетика тизимини ислоҳ қилишимиз, бу борада аниқ стратегия ишлаб чиқишимиз лозим.
Ш.М.Мирзиёев

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.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 ЁҚИЛГИ ВА ЭНЕРГИЯ КОРХОНАЛАРИ»
АССОЦИАЦИЯСИ

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

ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС ТЕЖАШ МУАММОЛАРИ

Журнал 2002 йилда
ташkil қилинган

Йилига 4 марта
чоп этилади

2023 й.

№4

ТОШКЕНТ - 2023

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 Volte (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. Kyubock 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. ЁҚИЛГИ 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. Халисмаев 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..

МУНДАРИЖА

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ

О.У. Салимов. Илм-фан жамиятга нур, зиё таратади.	18
К.Р. Аллаев. Ўзбекистонда 2035 йилгача ва ундан кейинги даврда энергетикани ривожлантириш истиқболлари.	25
О.В. Радионова, Р.А. Ситдиқов, С.В. Талипова. Микротармоқлар билан таъминланган электр тармоқларнинг режимлари ҳақида.	37
Т.Ш. Гайилов, Б.Х. Муродов. Энергетика тизимларининг ҳолатларини юклама графикларини энергияни аккумуляциялаш асосида текислаш билан оптималлаштириш.	51
М.И. Ибадуллаев. Уч фазали электроферромагнитли феррорезонанс занжирларда субгармоник тебранишлар.	60
М.Қ. Бобожанов, С.К. Махмутханов. Истеъмолчилар томонидан кучланиш сифати бузилишига таъсирни баҳолаш усуллари таҳлили.	71
В.В. Цыпкина, В.П. Иванова, М.Н. Козлитин, А.А. Иванов, А.Р. Аширов. Кабел ускуналарини ишлаб чиқариш тизимларининг ишончилиги ва хавфсизлигини назорат қилиш учун интеллектуал ахборот тизими.	80
Н.Б. Пирматов, С.Э. Шерназаров. Иссиқлик электр станцияларида ишлатилаётган турбогенераторнинг статор чулғамини сувли совитиш тизимида бўлаётган носозликлар ва уларни бартараф этиш усуллари.	88
А.А. Мукольянц, А.Д. Таслимов, И.В. Сотникова, Ж.М. Низамов. Компрессор станциясидаги эхпандер-генератор блокига асосланган энергитехнологик мажмуаси.	97
А.И. Қаршибаев, Х.Ш. Муродов. Электр энергиясини йиғувчи мосламаларнинг зарядланиш параметрларини ҳисоблашнинг математик моделини ишлаб чиқиш.	105
Ш.Б. Умаров. Кесувчи вентилли автоном инверторларининг ишлашини сифатли таҳлил қилиш.	112
В.П. Иванова, В.В. Цыпкина, Д.Н. Исамухамедов, А.У. Тўрабеков. Кабел ва сим махсулотларни рақамли трансформасия қилишда чизишнинг технологик жараёнини бошқариш учун ягона тизим.	119
Э.Г. Усмонов. Ферромагнит бошқарув занжирли тиристорли частота купайтиргич.	126
Т.Ф. Махмудов. Тахياتош ИЭС буг-газ қурилмасининг турбина ва генератор ростлагичлари сошлаш параметрларини танлаш.	132
Х.А. Саттаров. Функционал имкониятлари кенгайтирилган уч фазали токни кучланишга ўзгартиргич.	140
Ғ.О. Холбоев, Б.Ш. Нарзуллаев. Электр моторларнинг энергетик параметрларини таҳлили асосида ротор техник ҳолатини диагностика қилиш моделини ишлаб чиқиш.	145
М.Т. Maxsudov. “Cloud computing” технологияси асосида асинхрон мотор реактив қувватини назорат қилиш ва бошқариш.	153
Ф.М. Қодиров, М. Сапаев. Телекоммуникация электр таъминоти тизимларидаги автоматлаштирилган бошқарув тизимларини лойиҳалаш алгоритми.	159
А.А. Пўлатов, Н.З. Махмудов, О.А. Обидов, К.А. Бобониёзов. Ўзбекистон Республикаси корхоналаридаги электр қаршилиқ печларнинг иссиқлик жараёнларини бошқариш.	166
Ш.Дж. Джураев, С.Т. Исмоилов, Д.Ш. Хушвақтов, Р.Ч. Каримов. 0,4 кВ кучланишли истеъмолчилар учун электр таъминоти тизимининг электр энергияси сифатини тадқиқ қилиш.	172
Ф.С. Исаков. Синхрон моторларни диагностика қилиш усуллари таҳлил қилиш.	183
Х.З. Назирова, О.З. Назирова. 10/0,4 кВ тақсимлаш тармоқларида электр энергияси исрофларини баҳолаш.	189
ИССИҚЛИК ВА АТОМ ЭНЕРГЕТИКАСИ	
М.А. Короли, Л.О. Низамова, Б.Б. Оппокхужаев. Республиканинг иссиқлик манбаларида когенерация қурилмаларини жорий этиш.	198

Ғ.Н. Узоқов, Ш.К. Яхшибоев, Ж.Д. Содиков, Т.Я. Ҳамраев. Ер ости мева-сабзавот омборларида тупроқ ва ҳаво ҳароратининг ўзгаришини компьютер модели асосида тадқиқ этиш.	205
Х.С. Исаходжаев, З.Ё. Хасанов, Ю.У. Абдуллабеков, А.И. Анарбаев. Ўзбекистонда ИЭС турбинаси конденсаторларида совитиш тизимларининг сув кимёвий режимлари муоммолари.	212
Ф.Ш. Умарджанова, Ш.С. Мавджудова. Иссиқлик электр станциясининг айланма совутиш тизимидаги сув оқимини математик моделлаштириш.	217
Я.Д. Мухиддинова. Кунгабоқар уруғини қайта ишлаш ва қуритиш технологияси.	228
Л.О. Низаматова, С.Р. Ахматова. Буғ-газ ИЭС лари учун интеграллашган мембранли технологиялари асосида СТҚ схема ечимларини ишлаб чиқиш.	234
ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ ВА ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ	
Т.Х. Насиров, Ш.В. Хамидов. Ишлаб чиқаришнинг энергия сиғимини камайтириш ҳозирги босқичда Ўзбекистонда энергия тежашнинг энг муҳим салоҳияти ҳисобланади. .	246
Ф.А. Хошимов, К.Ш. Кадиров. «Agromir» МЧЖ ҚҚда энергетик текширув (энергоаудит) тажрибаси.	254
М.Б. Худаяров, Б.С. Бобоназаров. Саноат корхоналари электр таъминоти тизимларидаги электр тармоқларининг самарадорлигини баҳолаш	261
М.А. Короли, А.Р. Иванисова. Биноларнинг энергия самарадорлигини оширишга замонавий юндашувлар.	269
Н.Б. Пирматов, У.Н. Мирзаев. Ун ишлаб чиқариш корхоналари элеваторларида қўлланиладиган вертикал тасмали конвеерларда частота ўзгартиргичларни қўллаган ҳолда энергия тежаш тадбирлари иқтисодий самарадорлигини таҳлил қилиш.	277
М.К. Бобожанов, Ю.О. Очиллов. Қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланган ҳолда, дифференциаллашган тарифларга уланган истеъмолчилар самарадорлигини оширишни тадқиқ қилиш.	285
МУҚОБИЛ ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ	
Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Н.А. Матчанов, Н.Н. Далмурадова, М.Б. Шерматова. Якка тартибдаги истеъмолчиларни энергия билан узлуксиз таъминлаш учун уланиш режимларининг автоматлаштирилган бошқарувига эга гибрид мобил қуёш-ёқилғи электр станцияси.	292
М.Н. Турсунов, Х. Сабилов, М.М. Эшматов. Фотоэлектрик сув чиқарувчи тизимнинг ишлашини ва ҳарорат, чангланмиш, деградация таъсирида йўқотишларини назарий ва PVsyst дастури ёрдамида таҳлил қилиш.	306
Г.Т. Дадаев, Ш.А. Султанова, Ж.Э. Сафаров. Қуёш энергиясидан фойдаланиб қуритилган маҳсулотлар олишни назарий тадқиқ қилиш.	318
Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Э.Ю. Рахимов, Н.Н. Далмурадова, М.Х. Дехконова. Худуднинг ўзига хос биоклимий шароитларини ҳисобга олган ҳолда самарали пассив стратегияларни ишлаб чиқиш.	327
Х.Ф. Зикриллаев, Т.Б. Содиков, Ю.М. Қурбанов. Тозалаш тизими билан жиҳозланган қуёш панелининг самарадорлигини таҳлил қилиш.	339
М.Н. Турсунов, Х. Сабилов, Т.З. Ахтамов, С.Ф. Тошпулатов. Рефлектор ва иссиқлик коллекторининг фотоиссиқлик батареяси электр параметрларига таъсири.	344
С.Ш. Махмудов. Қуёш концентраторларининг нур қайтарувчи юзалари.	351
НЕФТЬ ВА ГАЗ. ЁҚИЛҒИ РЕСУРСЛАРИ	
М.М. Туляганов, Ш.М. Атажиев. Хоналарда газ оқиб чиқишини масофадан мобил қурилма ёрдамида назорат қилиш.	358
СУВ ЭНЕРГЕТИКАСИ ВА ЭКОЛОГИЯ МУАММОЛАРИ	
М.М. Мухаммадиев, К.С. Джураев, С.Р. Жураев, Абдуазиз уулу Абдурауф. ГЭС ва ШЭС билан гидроэнергетик комплексларнинг оптимал иш режимларининг математик моделлари.	363
О.Ё. Нурматов. Насос станцияларининг гидравлик зарба параметрларини ҳисоблаш методикаси.	371

Д.Т. Палуанов, Д.К. Оспанова, Д.А. Маматкулов, С.К. Гадаев, Ф.С. Саидов. Грунтли туғоннинг хавфсизлигини баҳолаш бўйича натура тадқиқотлари.	378
М.М. Мухаммадиев, С.К. Гадаев. Каналлар гидропотенциалидан фойдаланиш учун Банки турбинага эга микроГЭС.	384
О.Х. Низамов, Ф.Т. Шадибекова. Ўзбекистон дарёларининг сув ресурсларидан халқ хўжалигида ва гидроэнергетикада фойдаланиш.	390
И.Х. Аюбова. Сув-энергетика ресурсларининг танқислиги ва Марказий Осиё мамлакатлари ўртасидаги ҳамкорлик истиқболлари.	395
К.С. Джураев, Абдуазиз уулу Абдурауф, Э.Д. Исмаилов, А.Ш. Сайфутдинов. Ўрта- Чирчиқ ГЭС Каскади негизида ГАЭСни яратиш асослари.	402
ИЛМИЙ ХАБАРЛАР	
Г.Ж. Аллаева. Ўзбекистон Республикаси энергетика корхоналарининг барқарор ривожланиши параметрларини аниқлашнинг эконометрик усуллари.	412
Ж.Э. Сафаров, Ш.А. Султанова, А.С. Понасенко. Самарали диффузия коэффициентини ва фаоллашув энергиясини ҳисоблаш.	422
А.Д. Рахматов, Р.К. Қобилов, Х.Н. Мамадиев. Электроионизатор иш режимларига разряд оралиғи параметрлари таъсирини ўрганиш.	433
БИЗНИНГ ЮБИЛЯРЛАР	
Р.А. Сытдыков (80 ёшлигига).	440

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГО- И РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ
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 РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ

Журнал основан
в 2002 году

Издаётся 4 раза
в год

2023 г.

№ 4

ТАШКЕНТ - 2023

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. Чемборисова Н.Ш. (Россия)
д.т.н., проф. Ишназаров О.Х. 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

О.У. Салимов. Наука несет свет и мудрость обществу.	18
К.Р. Аллаев. Перспективы развития энергетики Узбекистана до 2035 года и далее.	25
О.В. Радинова, Р.А. Ситдилов, С.Б. Талипова. О режимах электрических сетей с микросетями.	37
Т.Ш. Гайбиров, Б.Х. Муродов. Оптимизация режимов энергосистем с выравниванием графиков нагрузок на основе аккумуляции энергии.	51
М.И. Ибадуллаев. Феррорезонанс на частоте субгармоник в трехфазных электроферрорезонансных цепях.	60
М.К. Бобожанов, С.К. Махмутханов. Анализ методов оценки влияния нарушений качества напряжения со стороны потребителей.	71
В.В. Цыпкина, В.П. Иванова, М.Н. Козлитин, А.А. Иванов, А.Р. Аширов. Интеллектуальная информационная система мониторинга надежности и безопасности систем производства кабельного оборудования.	80
Н.Б. Пирматов, С.Э. Шерназаров. Неисправности в системе водяного охлаждения обмотки статора турбогенератора, применяемого на теплоэлектростанциях и методы их устранения.	88
А.А. Мукольянц, А.Д. Таслимов, И.В. Сотникова, Ж.М. Низамов. Энерготехнологический комплекс на базе детандер-генераторного агрегата на компрессорной станции.	97
А.И. Каршибаев, Х.Ш. Мурадов. Разработка математической модели расчета параметров заряда электрических накопительных устройств.	105
Ш.Б. Умаров. Качественный анализ схем автономных инверторов с отсекающими вентилями.	112
В.П. Иванова, В.В. Цыпкина, Д.Н. Исамухамедов, А.У. Турабеков. Единая система управления технологическим процессом волочения, как часть цифровой трансформации производства кабельно-проводниковой продукции.	119
Э.Г. Усманов. Тиристорный умножитель частоты с ферромагнитной цепью управления ПГУ Тахиаташской теплоэлектростанции.	126
Т.Ф. Махмудов. Выбор настроечных параметров регуляторов турбин и генераторов ПГУ Тахиаташской теплоэлектростанции.	132
Х.А. Саггаров. Преобразователь трехфазного тока в напряжение с расширенными функциональными возможностями.	140
Ғ.О. Холбоев, Б.Ш. Нарзуллаев. Разработка диагностической модели технического состояния ротора на основе анализа электрических параметров элементов ротора электродвигателя.	145
М.Т. Махсудов. Управление и контроль реактивной мощности асинхронного двигателя на основе технологии “Cloud computing”.	153
Ф.М. Қодиров, М.Сапаев. Алгоритм проектирования автоматизированных систем управления в системах электроснабжения телекоммуникаций.	159
А.А. Пулатов, Н.З. Махмудов, О.А. Обидов, К.А. Бобониёзов. Управление тепловыми процессами электрических нагревательных печей сопротивления на предприятиях Республики Узбекистан.	166
Ш.Дж. Джураев, С.Т. Исmoilов, Д.Ш. Хушвақтов, Р.Ч. Каримов. Исследование качества электроэнергии в системе электроснабжения потребителей напряжением 0,4 кВ	172
Ф.С. Исаков. Анализ методов диагностики синхронных двигателей.	183
Х.З. Назирова, О.З. Назирова. Оценка потерь электроэнергии в распределительных сетях 10/0,4 кВ.	189
ТЕПЛО - И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА	
М.А. Короли, Л.О. Низамова, Б.Б. Оппокхужаев. Внедрение когенерационных установок на теплоисточниках Республики.	198

Г.Н. Узakov, Ш.К. Яхшибоев, Ж.Д. Садыков, Т.Я. Хамраев. Исследование изменения температуры грунта и воздуха подземных плодовоовощехранилищах на основе компьютерной модели.	205
Х.С. Исаходжаев, З.Ё. Хасанов, Ю.У. Абдуллабеков, А.И. Анарбаев. Проблемы водно-химических режимов систем охлаждения в конденсаторах турбин на ТЭС Узбекистан.	212
Ф.Ш. Умарджанова, Ш.С. Мавджудова. Математическое моделирование потока воды в системе рециркуляционного охлаждения тепловой электростанции.	217
Я.Д. Мухиддинова. Технология переработки и сушки семян подсолнечника.	228
Л.О. Низамова, С.Р. Ахматова. Разработка схемных решений ВПУ на основе интегрированных мембранных технологий для парогазовых ТЭС.	234
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ	
Т.Х. Насиров, Ш.В. Хамидов. Снижение энергоёмкости производства – важнейший потенциал энергосбережения в Узбекистане на современном этапе.	246
Ф.А. Хошимов, К.Ш. Кадиров. Из опыта энергетическая обследования (энергоаудита) СП ООО «Agromir».	254
М.Б. Худаяров, Б.С. Бобоназаров. Оценка эффективности работы электрических сетей систем электроснабжения промышленных предприятий.	261
М.А. Короли, А.Р. Иванисова. Современные подходы повышения энергоэффективности зданий.	269
Н.Б. Пирматов, У.Н. Мирзаев. Анализ экономической эффективности энергосберегающих мероприятий с применением преобразователей частоты на вертикальных ленточных конвейерах, используемых в элеваторах предприятий по производству муки.	277
М.К. Бобожанов, Ю.О. Очилов. Изучение повышения эффективности потребителей, подключенных к дифференцированным тарифам, с использованием возобновляемых источников энергии.	285
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ	
Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Н.А. Матчанов, Н.Н. Далмурадова, М.Б. Шерматова. Гибридная мобильная солнечно-топливная электростанция с автоматизированным управлением режимами энергопотребления для непрерывного энергообеспечения индивидуальных абонентов.	292
М.Н. Турсунов, Х. Сабиров, М.М. Эшматов. Анализ работы фотоэлектрической системы водоподъёма и ее потерь из-за температуры, загрязнения, деградации с использованием теоретического и программного обеспечения PVsyst.	306
Г.Т. Дадаев, Ш.А. Султанова, Ж.Э. Сафаров. Теоретическое исследование использования солнечной энергии для получения сушеных продуктов.	318
Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Э.Ю. Рахимов, Н.Н. Далмурадова, М.Х. Дехконова. Разработка эффективных пассивных стратегий с учетом специфических биоклиматических условий региона.	327
Х.Ф. Зикриллаев, Т.Б. Содиков, Ю.М. Курбанов. Анализ эффективности солнечной панели снабженной системой очистки.	339
М.Н. Турсунов, Х. Сабиров, Т.З. Ахтамов, С.Ф. Тошпулатов. Влияние отражателя и теплоколлектора на электрические параметры фототермической батареи.	344
С.Ш. Махмудов. Формирование отражающих поверхностей солнечных концентраторов	351
НЕФТЬ И ГАЗ. ТОПЛИВНЫЕ РЕСУРСЫ	
М.М. Туляганов, Ш.М. Атажиев. Дистанционный мониторинг утечек газа в помещениях с помощью мобильного устройства.	358
ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ	
М.М. Мухаммадиев, К.С. Джураев, С.Р. Жураев, Абдуазиз уулу Абдурауф. Математические модели оптимальных режимов работы гидроэнергокомплексов с ГЭС и ВЭС.	363

О.Ё. Нурматов. Методика расчета параметров гидравлического удара насосных станций.....	371
Д.Т. Палуанов, Д.К. Оспанова, Д.А. Маматкулов, С.К. Гадаев, Ф.С. Саидов. Натурные исследования по оценке безопасности земляной плотины.....	378
М.М. Мухаммадиев, С.К. Гадаев. МикроГЭС с турбиной Банки для использования гидропотенциала в каналах.....	384
О.Х. Низамов, Ф.Т. Шадибекова. Использование водных ресурсов рек Узбекистана в народном хозяйстве и гидроэнергетике.....	390
И.Х. Любова. Дефицит водно-энергетических ресурсов и перспективы сотрудничества стран Центральной Азии.....	395
К.С. Джураев, Абдуазиз уулу Абдурауф, Э.Д. Исмаилов, А.Ш. Сайфутдинов. Обоснование создания ГАЭС на базе Каскада Урта-Чирчикских ГЭС.....	402
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	
Г.Ж. Аллаева. Эконометрические методы определения параметров устойчивого развития энергетических предприятий Республики Узбекистан.....	412
Ж.Э. Сафаров, Ш.А. Султанова, А.С. Понасенко. Расчет эффективного коэффициента диффузии и энергии активации.....	422
А.Д. Рахматов, Р.К. Қобилов, Х.Н. Мамадиев. Исследование влияния параметров разрядного промежутка на режимы работы электроионизатора.....	433
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	
Р.А. Сытдыков (80 лет).	440

**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

2023 y. _____ №4

TASHKENT - 2023

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

OO.U. Salimov. Science spreads light and wisdom to society.	18
K.R. Allaev. Prospects for energy development in Uzbekistan until 2035 and beyond.	25
O.V. Radionova, R.A. Sitdikov, S.B. Talipova. About the modes of electrical networks with microgrids.	37
T.Sh. Gayibov, B.Kh. Murodov. Optimization of power system modes with alignment of load schedules based on energy accumulation.	51
M.I. Ibadullaev. Ferroresonance at subharmonic frequencies in three-phase electroferroresonant circuits.	60
M.Q. Bobojanov, S.K. Makhmutkhanov. Analysis of methods for assessing the impact on voltage quality violations by consumers.	71
V.V. Tsyapkina, V.P. Ivanova, M.N. Kozlitin, A.A. Ivanov, A.R. Ashirov. Intelligent information system for monitoring the reliability and safety of cable equipment production systems.	80
N.B. Pirmatov, S.E. Shernazarov. Malfunctions in the water cooling system of the stator winding of a turbogenerator used in thermal power plants, and methods for eliminating them.	88
A.A. Mukolyants, A. D. Taslimov, I. V. Sotnikova, J. M. Nizomov. Energy technological complex based on an expander-generator unit at a compressor station.	97
A.I. Karshibaev, H.S. Muradov. Development of a mathematical model for calculating the charge parameters of electric storage devices.	105
Sh.B. Umarov. A qualitative analysis of circuits of autonomous inverters with cut-off valves.	112
V.P. Ivanova, V.V. Tsyapkina, D.N. Isamukhamedov, A.U. Turabekov. Unified system for control of the technological process of drawing, as part of the digital transformation of cable and wire products.	119
E.G. Usmanov. Thyristor frequency multiplier with ferromagnetic control circuit.	126
T.F. Makhmudov. Choice of tuning parameters for turbines and generators of CCP Takhiatash thermal power plant.	132
Kh.A. Sattarov. Three-phase current to voltage transducer with advanced functionality.	140
G.O. Xolboev, B.Sh. Narzullaev. Development of a diagnostic model of the technical condition of the rotor based on the analysis of the electrical parameters of the electric motor rotor elements.	145
M.T. Makhsudov. Management and control of the reactive power of an asynchronous motor based on "Cloud computing" technology.	153
F.M. Kodirov, M. Sapaev. Algorithm for the design of automated control systems in the telecommunications power supply system.	159
A.A. Pulatov, N.Z. Makhmudov, O.A. Obidov, K.A. Boboniyozov. Management of thermal processes of electric heating resistance furnaces at enterprises of the Republic of Uzbekistan.	166
Sh.J. Juraev, S.T. Ismoilov, D.Sh. Khushvaktov, R.Ch. Karimov. Study of the quality of electricity in the power supply system for consumers with a voltage of 0.4 kV.	172
F.S. Isakov. Analysis of methods for diagnostics of synchronous motors.	183
XX.Z. Nazirova, O.Z. Nazirova. Assessment of electricity losses in 10/0.4 kV distribution networks.	189

HEAT AND NUCLEAR ENERGY

M.A. Koroli, L.O. Nizamova, B.B. Oppqhojaev. Implementation of cogeneration plants at the heat sources of the Republic.	198
G.N. Uzakov, Sh.K. Yakhshiboev, Zh.D. Sadykov, T.Ya. Khamraev. Study of changes in soil and air temperature in underground fruit and vegetable storage facilities based on a computer model.	205
H.S. Isakhodjaev, Z.Yo. Khasanov, Yu.U. Abdullabekov, A.I. Anarbaev. Problems of water-chemical modes of cooling systems in turbine condensers at thermal power plants of Uzbekistan.	212

F.SH. Umardjanova, Sh.S. Mavjudova. Mathematical modeling of water flow in the recirculating cooling system of a thermal power plant.	217
Y.D. Mukhiddinova. Sunflower seed processing and drying technology.	228
L.O. Nizamova, S.R. Axmatova. Development of circuit solutions of the WPS based on integrated membrane technologies for combined power plants.	234
ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING	
T.Kh. Nasirov, Sh.V. Khamidov. Reducing the energy intensity of production is the most important energy saving potential in Uzbekistan at the present stage.	246
F.A. Khoshimov, K.Sh. Kadirov. From experience, energy inspection (energy audit) of JV Agromir LLC.	254
M.B. Khudayarov, B.S. Bobonazarov. Assessment of the efficiency of electrical networks of power supply systems of industrial enterprises.	261
M.A. Koroli, A.R. Ivanisova. Modern approaches to increasing energy efficiency of buildings	269
N.B. Pirmatov, U.N. Mirzayev. Analysis of economic effectiveness of energy saving measures using frequency converters on vertical belt conveyors used in elevators of flour production enterprises.	277
M.K. Bobojanov, Yu.O. Ochilov. Study of increasing the efficiency of consumers connected to differentiated tariffs using renewable energy sources.	285
ALTERNATIVE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES	
N.R. Avezova, A.M. Mirzabaev, N.A. Matchanov, N.N. Dalmuradova, M.B. Shermatova. Hybrid mobile solar-fuel power plant with automated control of energy consumption modes for continuous energy supply of individual subscribers.	292
M.N. Tursunov, Kh. Sabirov, M.M. Eshmatov. The theoretical and software analysis of the operation of water lifting photovoltaic system and its losses due to temperature, pollution and degradation using PVsyst.	306
G.T. Dadaev, Sh.A. Sultanova, J.E. Safarov. Theoretical study of the use of solar energy for the production of dried products.	318
N.R. Avezova, A.M. Mirzabaev, E.Y. Rakhimov, N.N. Dalmuradova, M.X. Dekhkonova. Development of effective passive strategies taken into account of the specific bioclimatic conditions of the region.	327
Kh.F. Zikrillayev, T.B. Sodiqov, Y.M. Qurbanov. Analysis of the efficiency of a solar panel equipped with a cleaning system.	339
M.N. Tursunov, Kh. Sabirov, T.Z. Axtamov, S.F. Toshpulatov. Influence of reflector and heat collector on electrical parameters of photothermal battery.	344
S.Sh. Makhmudov. Formation of reflective surfaces of solar concentrators.	351
OIL AND GAS. FUEL RESOURCES	
M.M. Tulyaganov, Sh.M. Atajiyev. Remote monitoring of gas leaks in premises using a mobile device.	358
WATER-ENERGY AND ECOLOGY PROBLEMS	
M.M. Mukhammadiev, K.S. Dzhuraev, S.R. Juraev, Abduaziz uulu Abdurauf. Mathematical models of optimal operating modes of hydropower complexes with HPP and WPP.	363
O.Yo. Nurmatov. Method of calculation of parameters of hydraulic shock of pumping stations	371
D.T. Paluanov, D.K. Ospanova, D.A. Mamatkulov, S.K. Gadaev, F.S. Saidov. Field research to assess the safety of an earth dam.	378
M.M. Mukhammadiev, S.K. Gadaev. Micro HPP with turbine Banks for using hydropotential in channels.	384
O.Kh. Nizamov, F.T. Shadibekova. Use of water resources of rivers of Uzbekistan in the national economy and hydropower engineering.	390
I.X. Ayubova. Deficiency of water and energy resources and prospects for cooperation between Central Asian countries.	395
K.S. Dzhuraev, Abduaziz uulu Abdurauf, E.D. Ismailov, A.Sh. Sayfutdinov. Justification for the creation of a PSPP based on the Urta-Chirchik HPP Cascade.	402

SCIENTIFIC REPORTS

G.J. Allaeva. Econometric methods for determining the parameters of sustainable development of energy enterprises of the Republic of Uzbekistan. 412

J.E. Safarov, Sh.A. Sultanova, A.S. Ponasenko. Calculation of the effective diffusion coefficient and activation energy. 422

A.D. Rakhmatov, R.K. Kobilov, Kh.N. Mamadiev. Study of the influence of the parameters of the discharge interval on the operating modes of the electric ionizer. 433

OUR ANNIVERSARIES

R.A. Sitdikov (80 years old). 440

УДК 620.98

**ГИБРИДНАЯ МОБИЛЬНАЯ СОЛНЕЧНО-ТОПЛИВНАЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
РЕЖИМАМИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ АБОНЕНТОВ**

**Н.Р. Авезова, А.М. Мирзабаев, Н.А. Матчанов, Н.Н. Далмурадова,
М.Б. Шерматова**

Мақолада, жаҳон тажрибасир ва илмий ёндашувга асосланган ечимларни умумлаштириши орқали, марказлаштирилган энергия таъминотидан олисда жойлашган ҳудудларда қайта тикланувчи энергия манбалари асосидаги энергия тизимларидан самарали фойдаланиши имконияти ўрганилган, хусусан, Қорақалпоғистон Республикаси, Судочье, Урга посёлкасида (43,53 °N, 58,52 °E) истиқомат қилувчи, 4 кишидан иборат оила мисолида индивидуал истеъмолчининг энг муҳим ҳаётий эҳтиёжларини таъминлаш учун автоматлаштирилган энергия режимлари бошқарувига эга гибрид мобил қуёш-ёқилгили электр станциясини ишлаб чиқиши ва яратилиши бўйича тадқиқот натижалари тақдим этилган. Шунингдек, тадқиқот доирасида Ўзбекистон Республикаси ҳудудларида қуёш нурланишининг интенсивлиги ва қуёш нурлари соатларини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган қурилмадан фойдаланишининг техник салоҳиятини баҳолаш дастури ишлаб чиқилган.

***Калит сўзлар:** гибрид мобил қуёш ёқилгили электр станцияси, автоматлаштирилган энергия режимлари бошқаруви, узлуксиз энергия таъминоти, қуёш энергиясининг техник салоҳияти, ақилли датчиклар, қуёш нурланиши интенсивлиги.*

В статье, путем обобщения опыта и научного поиска, изучена возможность эффективного применения энергосистем на основе ВИЭ в регионах отдаленных от централизованного энергоснабжения, в частности, представлены результаты исследований по разработке и созданию гибридной мобильной солнечно-топливной электростанции с автоматизированным управлением режимами энергопотребления для обеспечения первичных жизненных нужд индивидуального пользователя – семьи из четырех человек, находящейся в поселке Урга, Судочье, Республика Каракалпакстан (43,53° N, 58,52°E). В рамках также исследования разработана программа, позволяющая оценить технический потенциал использования солнечной части разработанной установки с учетом интенсивности солнечной радиации и периода солнечного сияния в регионах Республики Узбекистан.

***Ключевые слова:** гибридная мобильная солнечно-топливная электростанция, автоматизированное управление режимами энергопотребления абонента, непрерывное энергоснабжение, технический потенциал солнечной энергии, умные датчики, интенсивность солнечного излучения.*

In this paper, by generalizing experiments and scientific solutions, the possibility of effective use of renewable energy systems in regions remote from centralized power supply is studied, in particular, the results of research on the development and creation of a hybrid mobile solar-fuel power plant with automated control of energy consumption modes to meet the primary vital needs of an individual user – a family of four, located in the village of Urga, Sudochoye, Republic of Karakalpakstan (43.53° N, 58.52°E). Also, within the framework of the study, a program has been developed that allows assessing the technical potential of using the PV part of the developed installation, taking into account the intensity of solar radiation and the hours of sunshine in the regions of the Republic of Uzbekistan.

Keywords: *Hybrid mobile solar-fuel power plant, automated control of subscriber's energy consumption modes, continuous power supply, technical potential of solar energy, smart sensors, solar radiation intensity.*

Введение. В условиях стремительного развития технологий и повышенного интереса к устойчивым источникам энергии, вопросы обеспечения бесперебойности энергоснабжения становятся актуальными и ключевыми в контексте современной энергетики. Этот интерес усиливается, особенно при рассмотрении потребностей индивидуальных пользователей, расположенных в отдаленных от централизованного энергоснабжения регионах страны [1-2].

С учетом вышеуказанного, актуальной является оценка эффективности использования энергосистем на основе ВИЭ с высоким уровнем отказоустойчивости, энергетической самостоятельностью, что способствует улучшению энергетической инфраструктуры [3-5].

Основная часть. В целях изучения возможности эффективного применения энергосистем на основе ВИЭ в регионах, отдаленных от централизованного энергоснабжения, в работе исследован вопрос энергообеспечения первичных жизненных нужд семьи из четырех человек, находящейся в поселке Урга, Судочье, Республика Каракалпакстан (43,53° N, 58,52°E). В табл. 1 представлены параметры энергопотребления выбранного абонента для обеспечения минимальных жизненных нужд, откуда видно, что энергопотребление объекта составляет 9,146 kW·h в сутки, 3338,29 kW·h в год.

Для обеспечения данного значения энергопотребления выбранного абонента, авторами разработана многофункциональная гибридная мобильная солнечно-топливная электростанция усовершенствованной конструкции, и с автоматизированным управлением режимами энергопотребления (далее – ГМСТЭ), дающая возможность подключаться по отдельности к каждой системе снабжения – электро-, тепло, водоснабжения и одновременное пользование всеми системами [6].

ГМСТЭ состоит (рис.1,а-г) из шести прямоугольных ФЭП (1) размещенных на удобной выдвижной, складывающейся раме (2), которая имеет ролики 15 и содержит на задней стороне под ФЭП два АБ (3), гибридный солнечный инвертор (4), насос (5) для выкачивания воды, комплект опреснительной установки (6), дизельный генератор ДГ (7), которые установлены на подставке (8) металлической рамы. Также имеется мобильное приложение, связанное с интернетом, и вся конструкция может

перемещаться на колесах (9) с помощью автоприцепа (10), выполненного на задней нижней стороне рамы установки; также на корпусе рамы имеются 4 опорных металлических складывающихся ножек (11), предназначенных для равномерного удерживания боковых ФЭП при раскрытии панелей, также имеются крепежные элементы (12) для прочности конструкции, ходовую часть (13) для перемещения, опорную стойку автоприцепа (14). Электрические кабели (17) соединяются с щитом (16) при установке всей электростанции. Устройство управляется дистанционно с помощью мобильного приложения и SIM-карты, подключенной к Интернет [6].

Таблица 1

Параметры энергопотребления абонента

№	Электро технические приборы	Мощность (W)	Количество	Суммарная мощность (W)	Часы работы с фиксированным интервалом				$\sum t$, ч в день	Потреб- ление, kW·h в день
					(0- 6)	(6- 12)	(12- 18)	(18- 24)		
1	LED лампочки	15	4	60	0	2	0	5	7	0,42
2	TV, ARTEL 32"	130	1	130	0	2	0	2	4	0,52
3	Холодильник ARTEL HS-117RN 90L	45	1	45	2	2	2	2	8	0,36
4	Накопительный водонагреватель Ariston ANDRIS LUX 30 литров	1000	1	1000	0	1	1	1	3	3,0
5	Миникондиционер Vitek VT-1926	500	1	55	3	2	3	2	10	5,0
6	Отпариватель для одежды Grunhelm GHS-1006	1000	1	1000	0	0	0,5	0,5	1	1
7	Опреснитель	14,4	1	14,4	0	2	3	2	7	0,101
8	Насосная станция DEKO DKJP800	800	1	800	0	1	0	0	1	0,8
	Всего:	3504,4	11	3549,4	5	12	8,5	14,5	40	9,146

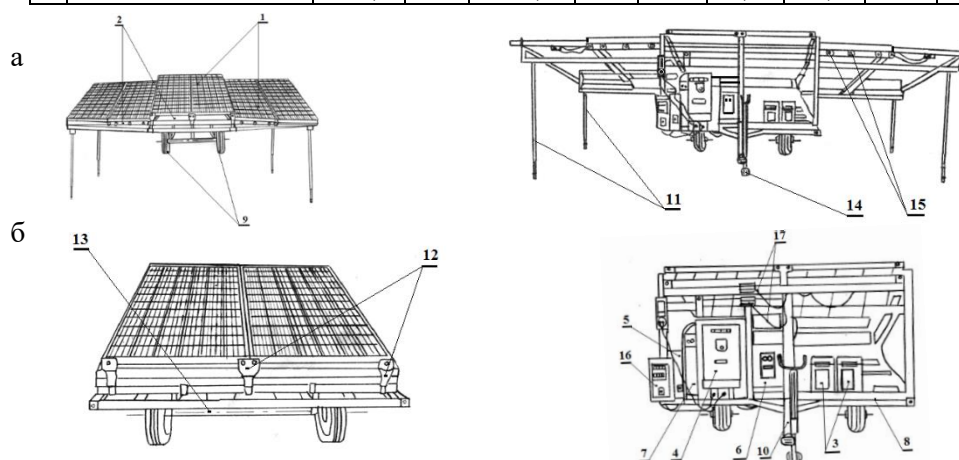


Рис. 1. Общий вид ГМСТЭ с тыльной (а) стороны, с фронтальной (б) стороны

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ



Рис.1. Продолжение Общий вид ГМСТЭ в развернутом состоянии (а) фронтальной и тыльной (б) стороны, общий вид в собранном (в) состоянии гибридной мобильной солнечно-топливной электростанции с автоматизированным управлением режимами энергопотребления [6]

На рис.2 и рис.3 представлены структурная и электрическая схемы подключения разработанной ГМСТЭ, соответственно.

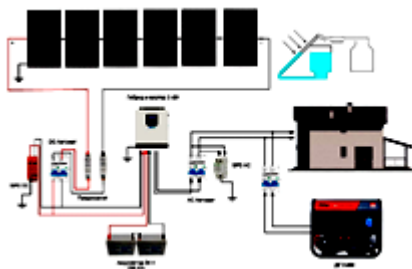


Рис.2. Структурная схема ГМСТЭ с автоматизированным управлением режимами энергопотребления [6]

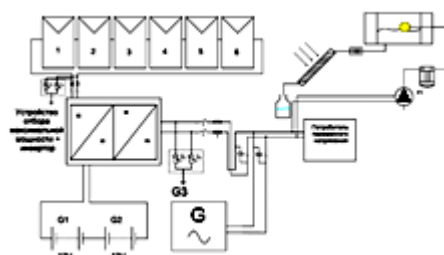


Рис.3. Электрическая схема подключения ГМСТЭ с автоматизированным управлением режимами энергопотребления [6]

Исходные параметры разработанной установки приведены в табл. 2. Показатели параметров составляющих компонентов ГМСТЭ выбраны с учетом обеспечения энергопотребления абонента, равному $9,146 \text{ kW}\cdot\text{h}$ в сутки, учитывающие минимальные жизненные нужды семьи из четырех человек, согласно нормативам.

Разработанная ГМСТЭ отличается от существующих аналогов [7-8] по конструктивным решениям (компактность), гибридность и высокой отказоустойчивостью, которая обеспечивается наличием АКБ и дизельного генератора (при недостаточности плотности СИ, ниже $125 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ в день подключается ДГ), а также рациональными параметрами автоматизированного управления режимами энергопотребления абонента (рис.4) согласно нормативам, на основе умных датчиков АТОН-11, датчиков напряжения (VCR01) и тока класса защиты (IP40).

С целью определения технического потенциала ГМСТЭ в различных регионах РУЗ, авторами разработана “Программа для определения показателей оценки эффективного применения солнечных энергетических установок на территории РУЗ” [9].

Анализ проводится на основе данных о валовом и техническом потенциале СЭ на территории всей страны, что позволяет возможности применения солнечных энергетических установок, в частности разработанного нами ГМСТЭ в конкретном регионе.

В ходе анализа рассчитываются следующие параметры: математическое ожидание, среднеквадратическая ошибка, синусоидальности формы и другие, а также процентные показатели суммарного, прямого и диффузного СИ.

При расчете вышеуказанных величин использованы методики, предложенные Дж. Даффи, У. Бекманом [10]. Для выбранного дня сумма излучения, поступающего на наклонную поверхность, может быть записана как:

$$H_T = (H - H_d)\bar{R}_b + H_d \left(\frac{1 + \cos\alpha}{2} \right) + H\rho \left(\frac{1 - \cos\beta}{2} \right). \quad (1)$$

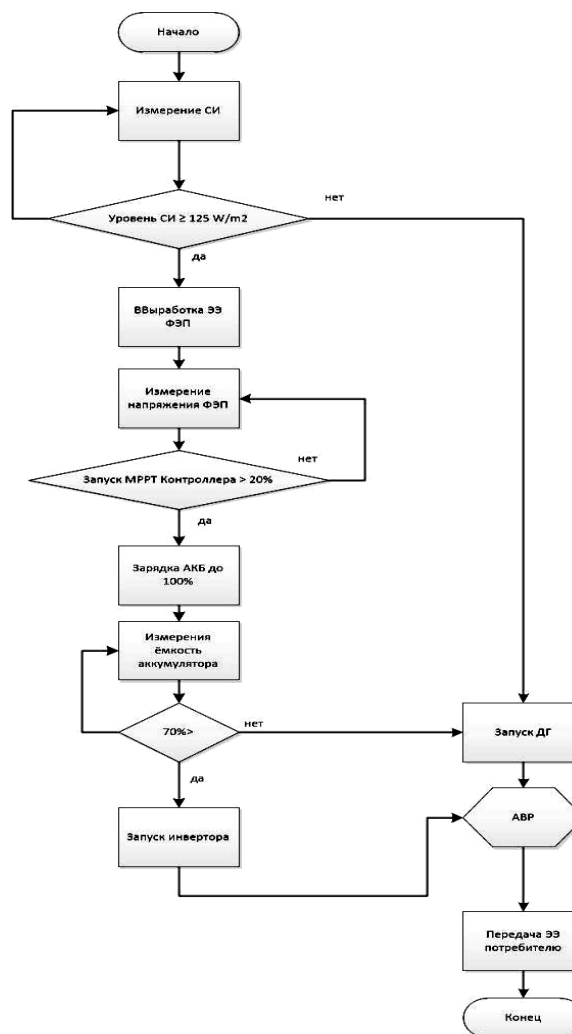


Рис.4. Алгоритм оптимального управления выработки ЭЭ ГМСТЭ для обеспечения энергопотребления абонента

Таблица 2

Исходные параметры разработанной ГМСТЭ [6]

Параметры ФЭМ	Monocrystalline Silicon jinko solar tiger neo n-type 600w
Номинальная мощность ФЭМ, W	600 W
Количество ФЭМ, шт.	6
КПД ФЭМ, %	21,41 %
Напряжение ФЭМ в точке максимальной мощности V_{\max} (V)	39,22 V
Ток ФЭМ в точке максимальной мощности, I_{\max} (A)	9,43 A
Напряжение холостого хода ФЭМ, $V_{x.x}$ (V)	48,15 V
Ток короткого замыкания ФЭМ, $I_{к.з.}$ (A)	9,94 A
Площадь ФЭМ, m^2	2,584
Количество инверторов, шт	1
Модель инвертора- E SUN/hybrid, 3 kW	1
АБ, 12V, 200 Ah, шт.	2
ДГ, 3 kW	1
Опреснительная установка, шт.	1
Насосная станция DEKO DKJP800, шт.	1

Если соотношение разделить на среднемесячную дневную сумму заатмосферного излучения H_0 и ввести $K_j = H / H_0$, то можно получить:

$$\frac{H_T}{H_0} = K_T \left[\left(1 - \frac{H_d}{H} \right) \bar{R}_b + \frac{H_d}{H} \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right) + \rho \left(\frac{1 - \cos \alpha}{2} \right) \right]. \quad (2)$$

Значение среднего излучения на наклонных поверхностях определен с помощью КТ-метода [10]:

$$\bar{R} = \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{d \cos \varphi} \left\{ \left(a - \frac{H_d}{H} \right) \left(\sin \omega'_s - \frac{\pi \omega'_s}{180} \cos \omega'_s \right) + \frac{b}{2} \left[\frac{\pi \omega'_s}{180} + \sin \omega'_s (\cos \omega'_s - 2 \cos \omega''_s) \right] \right\} + \frac{H_d}{H} \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right) + \rho \left(\frac{1 - \cos \alpha}{2} \right). \quad (3)$$

Среднее значение количества вырабатываемой энергии ФЭП за год определяется согласно [8]:

$$E_{\text{ФЭП}} = \frac{E_{\text{сумСИ}} \cdot K_{\text{ФЭП}} \cdot K_{\text{пот}}}{I_{\text{СИ}}}, \quad kW \cdot h. \quad (4)$$

Ниже на рис.5,6,7,8 приведены фрагменты из серии определения технического потенциала солнечной энергии, а также технического потенциала использования части ФЭП разработанной ГМСТЭ.

Из рис.5. видно, что показатель среднедневного суммарного GHI по всей территории страны варьируется в диапазоне $3,2 \div 5,2 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$, что согласно с определенными отечественными учеными по вышеуказанному показателю [11, 12].

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Кол-во облачных дней

101

Результаты исследований [11] показывают, что годовая сумма прихода прямого солнечного излучения на нормальную к солнечным лучам поверхность составляет 1900-2100 kW·h/m².

В табл.3 приведены результаты расчета GTI и технического потенциала разработанной ГМСТЭ.

Таблица 3

Показатели среднегодневного GTI и технического потенциала использования ГМСТЭ на территории поселка Урга, Судочье, Республика Каракалпакстан [9]

Месяцы	GTI kW·h/m ² в сутки	Выработка, kW·h в сутки
Январь	1,0÷2,0	2,75÷5,25
Февраль	2,0÷3,0	5,25÷8,25
Март	2,7÷3,9	7,2÷10,3
Апрель	4,56÷5,16	12,15÷13,7
Май	4,65÷6,0	12,3÷15,9
Июнь	5,92÷6,72	15,6÷17,6
Июль	5,7÷6,7	15,0÷17,6
Август	5,28÷6,08	14,2÷16,3
Сентябрь	3,6÷4,95	9,9÷13,0
Октябрь	2,25÷3,6	6,0÷9,1
Ноябрь	1,0÷2,2	2,7÷5,7
Декабрь	1,12÷1,92	3,0÷5,1

Из рис.6 и рис.7, а также из табл.3 можно сделать вывод, что в выбранном регионе значение GTI колеблется в диапазоне 1,0 ÷ 6,72 kW·h/m² в сутки. При этих климатических условиях, в сентябре месяце, количество энергии, которую можно получить с помощью фотоэлектрической части ГМСТЭ с автоматизированным управлением режимами энергопотребления, согласно формуле (4), варьируется от 9,9 до 13,0 kW·h в сутки.

Далее приведем пример расчета технического потенциала применения разработанного ГМСТЭ.

Известно, что валовой потенциал солнечной энергии для определенной территории определяется по формуле:

$$W_{\text{в}} = E \cdot S_{\text{р}} \quad (5)$$

Значение данной величины для Республики Каракалпакстан (E – годовая инсоляция в регионе, - 1314 кВтч/м², S_р – территория региона: - 166600 км²):

$$W_{\text{в}} = 1314 \cdot 166600 = 0,22 \text{ ГВтч} = 48,4 \text{ т.н.э.}$$

Технический потенциал использования фотоэлектрической части ГМСТЭ в Республике Каракалпакстан рассчитывается согласно формуле (4):

$$E_{\text{уст}} = \frac{GTI \cdot K_0 \cdot P_{\text{ФЭП}} \cdot K_{\text{пот}}}{I_{\text{СИ}}}, \text{ kW} \cdot \text{h};$$

где GTI – суммарная солнечная радиация в регионе, в сентябре месяце, 3,6 kW·h/m², K₀ – поправочный коэффициент (1,2) [14], P_{ФЭП} – установленная мощность ФЭП (3,6 kW), K_{пот} – потери энергии [14], I_{СИ} – интенсивность солнечного излучения при тестировании, 1 kW·h/m².

Согласно авторам [14], общие потери энергии при преобразовании СИ в ФЭС включают в себя: потери в проводах - 1 %; потери в инверторе - 3-7 %; потери связанные с ростом температуры ФЭМ - 4-8 %; потери, в процессе работы ФЭП в период низкого уровня СИ - 1-8 %; потери связанные с затенением и загрязнением ФЭП 1-3 %; потери шунтирующих диодов - 0,5 %. Также, согласно результатам моделирования на ПО PVSyst (табл.4) общие потери в системе составляют 37%. Тогда $K_{пот} = 0,63$. Имея все данные, произведем расчет:

$$E_{уст} = \frac{3,6 \cdot 1,2 \cdot 3,6 \cdot 0,63}{1} = 9,9 \text{ kW} \cdot \text{h в день.}$$

Результат идентичен полученному значению соответственного параметра по PVSyst.

Результаты моделирования фотоэлектрической части разработанной МГСТЭ на ПО PVSyst. Основные показатели солнечной части, установленной на объекте МГСТЭ, согласно результатам моделирования на ПО PVSyst представлены в табл.4.

Таблица 4
Выходные параметры установленной МГСТЭ мощностью 3,6 kW в выбранном объекте согласно результатам моделирования на ПО PVSyst

№	Тип ФЭМ	Установленная мощность (Вт)	Выработка ФЭМ (энергия подаваемая к инвертору) (kWh в год)	Capacity factor (фактор заполнения) kWh/kWpeak	Суммарные потери в системе (%)	PR системы (%)	Сокращение выбросов CO ₂	Срок окупаемости
1.	Моно-Si	3600	5904,2	1640,25	37	93,81	2763 kg/year	9 лет

Авторами выполнен расчет по определению возможности эффективного применения разработанной ГМСТЭ с автоматизированным управлением режимами энергопотребления на выбранном объекте для энергообеспечения минимальных жизненных нужд семьи из 4-х человек. Исследования проводились относительно электрической нагрузки данного абонента в выбранном регионе, параметры энергопотребления которой приведены в табл.1. При этом учитывается, что согласно КМК 2.04.02-97 «Водоснабжение. Внешние сети и сооружения» [15], на 1 человека требуется 40-50 l/d воды для бытовых нужд. Данная потребность в размере 200 l/d для выбранного абонента покрывается за счет использования опреснителя в составе ГМСТЭ, параметры которого приведены в табл.5.

Таблица 5
Параметры производительности опреснителя в составе установки

Установка	Производительность	
	Часовая	Дневная
Опреснитель солнечный	19 l	114,6 l
Насосная станция DEKO DKJP800	3720 l	

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Результаты моделирования на программном продукте PVsyst показывают, что годовая выработка ЭЭ ГМСТЭ составляет 5904,92 kW·h. Согласно результатам симуляции, 23,7% не хватающей ЭЭ (793 kW·h) можно покрыть за счет использования АБ мощностью 4,8 kW.

Ниже на рис.9 приведен график нагрузки объекта и варианты покрытия спроса на ЭЭ выбранного объекта ГМСТЭ на 28.09.2023 г.

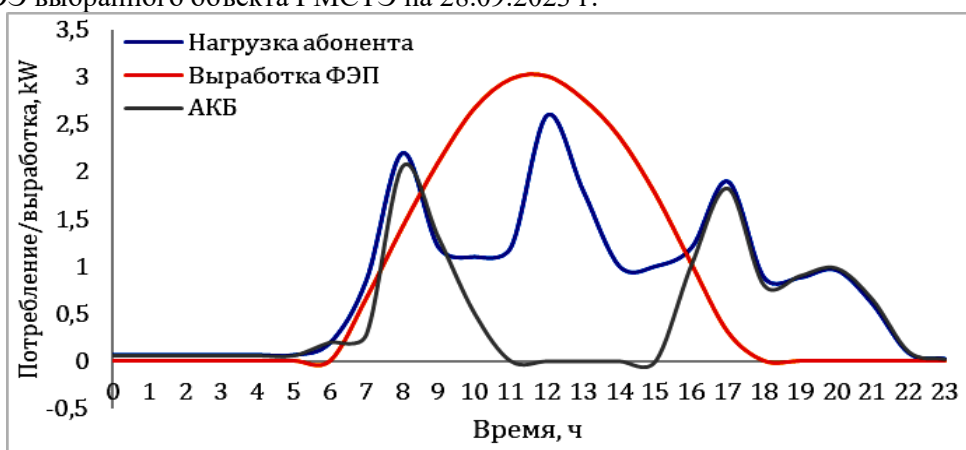


Рис. 9. График обеспечения потребления на ЭЭ выбранного объекта разработанной ГМСТЭ (получен автором на основе проведенных испытаний)

Как видно из рис.9, в ночное время суток – с 0:00 до 7:00 нагрузка покрывается АБ, далее, с 9:00 до 16:00 нагрузка покрывается за счет ФЭС, в пиковые часы то же потребление можно полностью обеспечить за счет АБ.

Таким образом, при внедрении указанного программного продукта и разработанного ГМСТЭ в процессе планирования, проектирования и прогнозирования энергетических систем на основе возобновляемых источников энергии имеется возможность:

- 1) обеспечения электрической энергией для первичных нужд семьи из 4-х человек (3383,29 kWh в год);
- 2) повышения прогнозных показателей производительности энергосистем от 10% и выше;
- 3) обеспечения питьевой водой в объёме 114,6 l/d для семьи из 4-х человек;
- 4) обеспечения водоснабжение для бытовых нужд (физиологической, гигиенической и др. потребностей) для семьи из 4-х человек с запасом – 3720 l.

Далее авторами выполнен расчет технико-экономических и экологических показателей разработанной ГМСТЭ.

Формирование общих затрат на разработку гибридной мобильной солнечно-топливной электростанции и создание программы по определению технического потенциала применения солнечных энергетических установок на территории республики определено с помощью следующих формул [16]:

$$OZ = \sum z_{з.нi} + z_{м.р.i} ; \quad (6)$$

где OZ - общие затраты, $z_{з.нi}$ - затраты на заработную плату разработчику и обслуживающему персоналу, $z_{м.р.i}$ - затраты на материальные расходы.

Затраты на заработную плату разработчику и обслуживающему персоналу определяются по выражению [16]:

$$z_{з.н.} = n_m \cdot o_e ; \quad (7)$$

где n_m - количество месяцев, o_e - ежемесячный оклад. Согласно расчету, инженеру-технику за 3 месяца с ежемесячным окладом в 1 800 000 сум – 5 400 000 сум [17]. Капитальные затраты на разработку ГМСТЭ представлены в табл. 6.

Таблица 6

Капитальные затраты на разработку ГМСТЭ

№	Наименование оборудования	Мощность, W	Суммар-ная мощность, W	Кол-во	Цена за единицу, сум	Стоимость, сум
1	ФЭМ	600	3600	6	2 075 700	12 454 200
2	Гибридный однофазный инвертор EA SUN Power 24 V/220 V	3000	3000	1	3 979 030	3 979 030
3	Аккумуляторные батареи гелевые 200 Ah, 12 V	2400	4800	2	3 567 000	7 134 000
4	Дизельный генератор	3000	3000	1	6 500 000	6 500 000
5	Металлическая рама			1	975 000	975 000
6	Насосная станция DEKO DKJP800	800	800	1	1 055 825,74	1 055 825,74
7	Опреснитель			1	5303093	5 303 093
8	Программное обеспечение			1	5 000 000	5 000 000
				13	28 475 649	42 401 149

Расчет расходов на сервисное обслуживание гибридной мобильной солнечно-топливной электростанции [16]:

$$P_{с.о.н.в.} = \sum O_{н.сi} \cdot n_i + O_{с.р.i} \cdot n_i \quad (8)$$

Сервис, проверка, ремонт и настройка системы: 12*10 000 сум=120 000 сум в год. В общем итоге затраты – 120 000 сум в год.

Таким образом, общие затраты на разработку ГМСТЭ с учетом создания ПО, а также расходов на сервисное обслуживание составили 47 801 149 сум.

Расчет экологических показателей. Согласно методике расчета [18], рассчитана удельная экономия топлива для выработки ЭЭ в размере 3383,29 kWh в год; и выявлено, что удельная экономия природного газа и Ангренского угля при этом составляет 387 Nm³ и 0,96 t в год, соответственно. Тогда уменьшение выбросов CO₂ в окружающую среду при сжигании природного газа составляет 528 kg и

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Ангреноского угля (в зависимости от процентного содержания углерода в составе угля) 5 t в год, соответственно.

С учетом того, что в среднем тонна выбросов CO₂ в мире колеблется от 85-100 долл.США [19], за счет использования разработанного ГМСТЭ имеется возможность сэкономить 6100000 сум в год.

Расчет технологических показателей. Согласно расчетам, расстояние от Кунграда до Судочье – 50 km. Цена метра самонесущих изолированных проводов СИП-3 1x35, используемого при прокладки воздушных ЛЭП до 1 kV составляет 7548 сум [20]. При этом, проведение ЛЭП до поселка Урга, Судочье обходится в 377 400 000 сум.

В контексте топливных электростанций известно, что современные газовые электростанции потребляют для производства 1 kW - электроэнергии порядка 0,23-0,375 m³/h топлива. В случае годового электропотребления выбранного объекта на примере поселка Урга, Судочье, Республика Каракалпакстан в размере 3383,29 kWh удельная экономия природного газа будет составлять 778,2 m³ в год.

Согласно имеющейся информации, Китай платил Узбекистану за 1000 m³ природного газа 182,25 долл.США (0,18225 долл.США за 1m³) [21]. Тогда ФЭГ мощностью 3,6 kW позволит сэкономить 778,2*0,375=292 долл.США (3582504 сум) в год. Таким образом, полная экономическая эффективность при использовании разработанного ГМСТЭ составляет 338 281 355 сум в год.

Согласно предварительным расчетам, при условии, что ГМСТЭ будет работать 264 дней в году с учетом частично облачных дней, имеется возможность замещать традиционные энергоресурсы за счет использования установки для абонентов индивидуального характера в целях покрытия минимальных нужд до 80%.

Заключение. Разработана ГМСТЭ, отличающаяся от существующих аналогов по конструктивным решениям (компактностью), гибридность (ФЭП с ДГ), рациональными параметрами автоматизированного управления режимами энергопотребления на основе умных датчиков АТОН-11, датчиков напряжения VCR01 и тока класса защиты IP40 для обеспечения электроэнергией нужд семьи из 4-х человек, согласно нормативам.

Установлено, что гибридная мобильная солнечно-топливная электростанция с автоматизированным управлением режимами энергопотребления для непрерывного энергообеспечения абонентов индивидуального характера, обеспечивает энергоснабжение объекта, электрическая нагрузка которой составляет 9,146 kW·h в сутки и годовая экономия при этом составляет 338 281 355 сум.

Реализация такой электростанции позволит не только снизить зависимость от ископаемых ресурсов, но и обеспечить стабильное и эффективное энергоснабжение в удаленных или непрерывно изменяющихся условиях. Результаты исследования могут быть важным вкладом в развитие устойчивых и автономных систем энергоснабжения для домашних и малых предприятий.

Литература

1. Lazar Gitelman, Mikhail Kozhevnikov, Yana Visotskaya. Diversification as a Method of Ensuring the Sustainability of Energy Supply within the Energy Transition. *Resources* 2023, 12(2), 19; <https://doi.org/10.3390/resources12020019>
2. Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы ее развития. Под ред. академика Салимова А.У. –Т. Fan va texnologiyalar nashriot–matbaa uyi, 2021.
3. Avezova N.R., Dalmuradova N.N., Toshev J.B., Farmonov A.A., Mardonova M.Sh. Renewable Energy: Scenario and Model of Development // *Applied Solar Energy*, 2019, V.55, PP.438–445.
4. «Целевые индикаторы по развитию солнечной энергетики в Республике Узбекистан до 2030 года», Министерство энергетики Узбекистана.
5. Аvezова Н.Р., Рахимов Э.Ю., Вохидов А.У., Далмурадова Н.Н. Модернизация сектора теплоснабжения Республики Узбекистан с внедрением солнечных технологий // *Проблемы энерго-ресурсосбережения*. - Ташкент, 2022, - №4, - С. 226-238.
6. Аvezова Н.Р., Матчанов Н.А., Далмурадова Н.Н., Рашидов К.Ю., Шерматова М.Б. Мобильная автономно-гибридная солнечно-топливная электростанция. Патент на промышленный образец, SAP 02263 27.08.2021.
7. Турсунов М.Н., Сабиров Х., Ахмедов Ш., Усмонов Т. Патент на промышленный образец №SAP 2014, 0066, «Мобильная фотоэлектрическая станция», Ташкент.
8. Турсунов М.Н. и др. Автономная мобильная многофункциональная фотоэлектрическая система экстренного обеспечения электроэнергией сельскохозяйственных объектов // *Проблемы энерго-ресурсосбережения*. - Ташкент, 2014, - №3, - С. 175-180.
9. Далмурадова Н.Н. Программа для определения показателей оценки эффективного применения солнечных энергетических установок на территории Республики Узбекистан. Авторское свидетельство АИС РУз №DGU 28439 от 17.10.2023.
10. Дж. Даффи, У. Бекман. Основы солнечной теплоэнергетики. Долгопрудный, 2013. 889с.
11. Avezov, R.R. and et all. History and State of Solar Engineering in Uzbekistan // *Applied Solar Energy*. -2012. Vol. 48. – No. 1. – P. 14–19.
12. Рахимов Э.Ю.. Автореф. дисс. на соискание доктора философии по техническим наукам, Т., 2021, с.48
13. Официальный сайт Всемирной метеорологической организации. <https://www.ccacoalition.org/ru/partners/world-meteorological-organization-wmo>.
14. Койшиев Т.К., Бахтиярова У.М. Оценка выработки электрической энергии солнечной станции 3 МВт на юге Казахстана с использованием базы данных по солнечной радиации NASA. // *Технические науки – от теории к практике*. 2017. - №3 (63), - С.141-147.
15. КМК 2.04.02-97 «Водоснабжение. Внешние сети и сооружения». Т., 1997.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

16. Велькин В.И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах. –Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 226 с.

17. <https://uz.trud.com/salary/304582/3600.html>.

18. Рахимов Э.Ю., Далмурадова Н.Н., Куралов М.А. Оценка эффективного применения фотоэлектрических станций в системах электроснабжения многоэтажных домов / Сборник научных трудов международной научно-технической конференции “Актуальные проблемы системы электроснабжения». Ташкент, 25-26 ноября, 2021 г. - С. 475-477.

19. В Швейцарии тонна CO₂ стоит больше 100 долларов. Интернет, <https://www.swissinfo.ch/rus/politics>. Дата обращения, 14.07.2021.

20. Официальный сайт компании UZKABEL <https://kabel.uz/catalog/sip>.

21. Узбекистан прекратил экспорт газа в Россию и втрое сократил поставки в Китай. Интернет: <https://fergana.media/news/120215/>.

*Представлено Ташкентским государственным
техническим университетом*