

УДК 621.224.1

Абдуллаева Майрам Дукуевна

д.т.н., профессор, Ошский Государственный Университет
Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР

Абдуллаева Майрам Дукуевна

т.и.д., профессор, Ош мамлекеттик университети
УИАнын ТБнүн А.С. Джаманбаев ат. Жаратылыш байлыктары институту

Abdullaeva Mairam Dukuevna

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Osh State University

Institute of Natural Resources named after A.S. Dzhamanbaeva Southern Branch of the
National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Юсупова Феруза Турдалиевна

докторант,

Ферганский политехнический институт

Юсупова Феруза Турдалиевна

докторант,

Фергана политехникалык институту

Yusupova Feruza Turdalievna

doctoral student,

Fergana Polytechnic Institute

Чынгызбек кызы Зыяда

аспирант

Ошский технологический университет им. М.М.Адышева

Чынгызбек кызы Зыяда

аспирант

М.М.Адышев атындагы Ош технологиялык университети

Chyngyzbek kyzy Zyuada

graduate student

Osh Technological University named after. M.M.Adysheva

ВОПРОСЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННЫХ МИКРОГЭС И СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Аннотация. С помощью программы MATLAB SIMULINK разработана имитационная модель комбинированного энергетического устройства на базе микрогидроэлектростанции и солнечной фотоэлектрической электростанции. На основе этой имитационной модели было разработано комбинированное энергетическое устройство. В качестве турбины микро-ГЭС низкого давления использовалась винтовая архимедова турбина, к турбине прикреплялся генератор мощностью 700 Вт. На комбинированном энергетическом устройстве были проведены экспериментальные исследования и, исходя из потребностей хозяйства, удалось обеспечить электроэнергией системы освещения территории, холодильник, электроплиту для приготовления пищи, устройства видеонаблюдения, модемные устройства для подключения к интернету.

Ключевые слова: Винтовая турбина Архимеда, инвертор, аккумулятор, контроллер, генератор, солнечная панель, ток, напряжения.

КОМБИНАЦИЯЛАНГАН МИКРО ГЭСТЕРДИ ЖАНА КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУУЧУ ЧАРБАЛАРДЫ ЭНЕРГИЯ МЕНЕН КАМСЫЗДОО ПРОБЛЕМАЛАРЫН ЧЕЧҮҮ МАСЕЛЕЛЕРИ

Аннотация. MATLAB SIMULINK программасын колдонуу менен микро-гидроэлектростанциянын жана күн фотоэлектр станциясынын негизинде бириккен энергетикалык түзүлүштүн симуляциялык модели иштелип чыккан. Бул симуляциялык моделдин негизинде комбинацияланган энергетикалык түзүлүш иштелип чыккан. Төмөнкү басымдагы микрогидроэлектр турбинасы катары архимед бурмалуу турбинасы колдонулган, турбинага 700 Вт генератор орнотулган. Комбинацияланган энергетикалык түзүлүштө эксперименталдык изилдөөлөр жүргүзүлүп, чарбанын муктаждыктарына жараша аймакты жарыктандыруу системаларын, муздаткычты, тамак бышыруу үчүн электр плитасын, видео байкоочу аппараттарды, электр энергиясына кошулуу үчүн модемдик түзүлүштөрдү электр энергиясы менен камсыздоого мүмкүн болду.

Ачкыч сөздөр: Архимед бурама турбинасы, инвертор, батарея, контроллер, генератор, күн панели, ток, чыңалуу.

ISSUES OF SOLVING PROBLEMS OF ENERGY SUPPLY TO FARMS USING COMBINED MICRO-HYDROELECTRIC POWER PLANTS AND SOLAR POWER PLANTS

Abstract: Using the MATLAB SIMULINK program, a simulation model of a combined energy device based on a microhydroelectric power station and a solar photovoltaic power station was developed. Based on this simulation model, a combined energy device was developed. An Archimedean screw turbine was used as a low-pressure micro-hydroelectric turbine; a 700 W generator was attached to the turbine. Experimental studies were carried out on a combined energy device and, based on the needs of the household, it was possible to provide electricity to the area's lighting systems, refrigerator, electric stove for cooking, video surveillance devices, and modem devices for connecting to the Internet.

Key words: Archimedes screw turbine, inverter, battery, controller, generator, solar panel, current, voltage.

Введение

В мире в одного из ведущих мест занимают развитие масштабов использование возобновляемых источников энергии вместо традиционных и внедрения энергоэффективных технологий. Учитывая тот факт, что «доля возобновляемых источников энергии в мировом энергобалансе к 2050 году увеличится в 7,5 раз»[1], это требует разработки новых видов экологически чистых энергетических устройств и их внедрения.

Эффективность и надежность энергетических устройств этого типа объясняется их автономной работой. При этом большое внимание уделяется использованию интегрированных энергетических устройств с целью совместного производства электроэнергии из воды и солнечной энергии.

При использовании солнечных электростанций маловероятность получения электроэнергии в вечернее время, а при использовании микро-ГЭС меняется уровень проточной воды и давление воды,

поэтому они не всегда работают в одном и том же режиме в течение сезонов, поэтому их интеграция друг с другом считалась одной из актуальных задач [2].

Теоретическая часть

Программное обеспечение MATLAB Simulink использовалось для моделирования такой сложной динамической системы, как комбинированный энергокомплекс. Simulink предназначен для моделирования, симуляции и анализа динамических систем. Он позволяет строить графические блок-схемы, анализировать динамические системы, изучать производительность систем и усовершенствовать проекты [3-5].

Разработанная на основе структурной схемы комбинированного энергокомплекса, состоящего из солнечной фотоэлектрической установки и микро-ГЭС, пользуясь аппаратом подгруппы Specialized Power Systems раздела Simscape пакета Simulink вычислительной среды MATLAB имитационная модель представлена на рис. 1 (а – начальная часть модели, б – завершающая часть модели) [6].

Имитационная модель состоит из 8 солнечных панелей мощностью по 500 Вт, синхронной машины, водяной турбины, измерительного блока, выпрямителя, управляемых IGBT переключателей, повышающих преобразователей, аккумулятора, инвертора и других устройств.

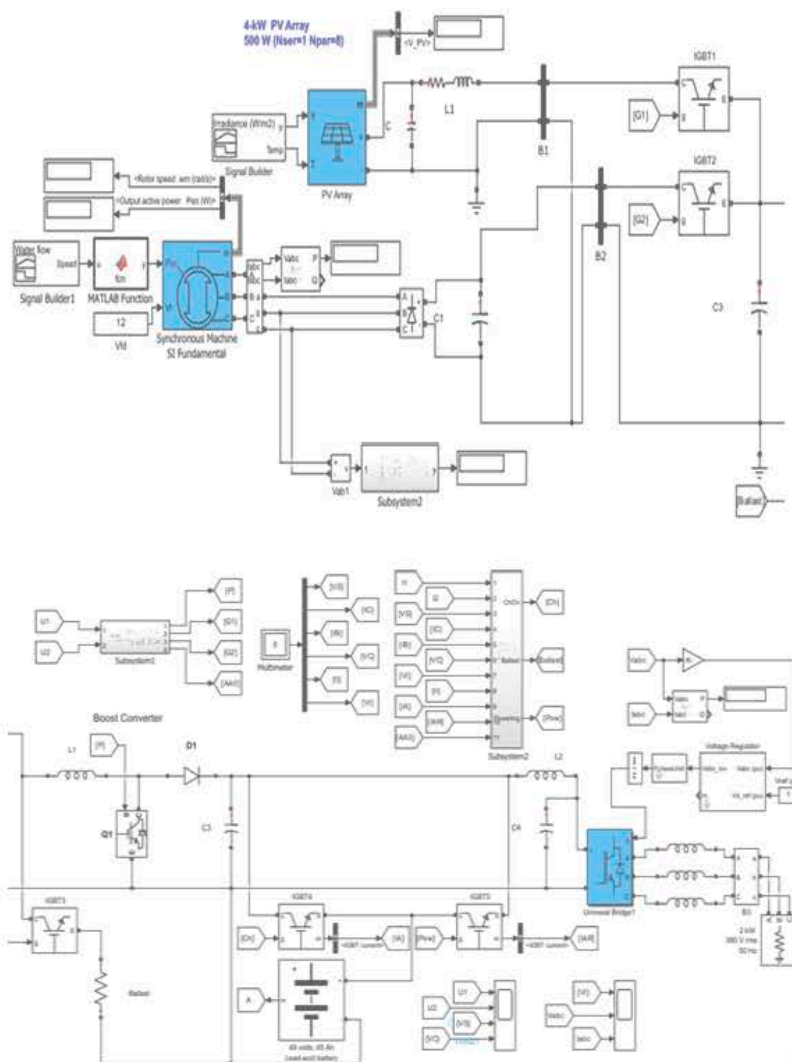


Рис. 1. Имитационная модель комбинированного энергетического устройства на базе солнечной и микро-ГЭС в вычислительной среде MATLAB (а – начальная часть модели, б – завершающая часть модели)

Более подробно рассмотрим работу имитационной модели в разрезе времени. На основе сигналов, передаваемых блоками Signal Builder и Signal Builder1, блоки PV Array и Synchronous Machine SI Fundamental начинают генерировать напряжения U_1 и U_2 . Начальные значения этих напряжений составляют менее 10 В для солнечной электростанции и 30 В для микро-ГЭС. **Subsystem1**, получающая эту информацию, сравнивает их с задан-

ным пороговым значением 15 В. Если результат измерения, полученный от станции, меньше порогового значения, то импульс не подается на вход IGBT-транзистора, подключенного к выходу этой станции. В результате транзистор IGBT1 остается без импульсов, а на транзистор IGBT2 посылаются прямоугольные импульсы, модулированные по ширине в зависимости от значения напряжения U_2 (рис. 2, первый график выше).

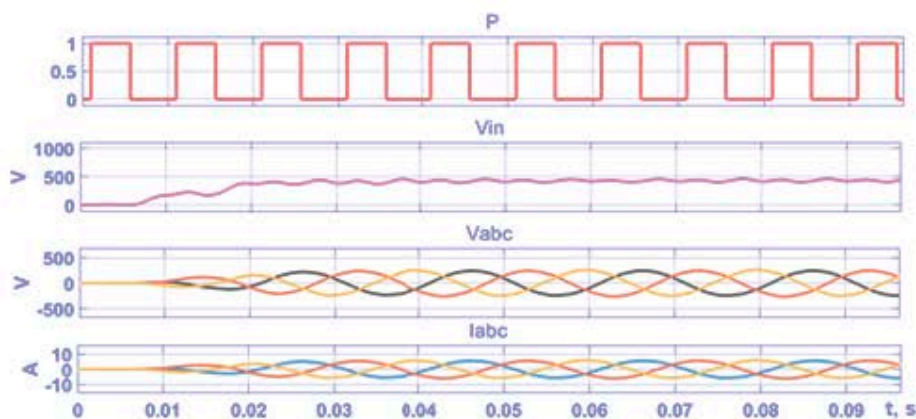


Рис. 2. Изменение во времени импульсов P , управляющих ключами IGBT1 и IGBT2 и первым и вторым повышающими преобразователями, напряжений V_i на входе и V_{abc} на выходе инвертора, а также токов I_{abc} , вытекающих из инвертора

Срабатывает первый повышающий преобразователь, повышающий напряжение V_s с 30 В на входе до 60 В на выходе, чего достаточно для зарядки аккумулятора на 48 В.

Далее второй повышающий преобразователь начинает работать и быстро повышает входное напряжение инвертора V_i до 400 В на его выходе (рис. 2, второй график сверху).

Инвертор, в свою очередь, запускается, и вскоре амплитуда трехфазного напряжения V_{abc} на его выходе достигает 250 В, а амплитуда тока I_{abc} в нагрузке превышает 5 А. Выше описанные процессы продолжают до тех пор, пока напряжение U_1 , вырабатываемое солнечной установкой, не достигнет 15 В.

Результаты исследований и их обсуждение

Сбор опытного образца комбинированного источника осуществлялся в следующем порядке. Изначально были собраны солнечные панели общей мощностью 4000 Вт, состоящие из параллельного соединения 8 модулей мощностью по 500 Вт каждый, для преобразования солнечного излучения в электричество.

В качестве гидротурбины использовалась винтовая турбина Архимеда. На этой турбине был установлен асинхронный генератор мощностью 700 Вт.

Для объединения выходов двух источников использовался гибридный контроллер под брендом MARS ROCK. Функцию

балластной нагрузки выполняет резистор номинальной мощностью 3 кВт и сопротивлением 5 Ом. В качестве аккумуляторов энергии использовались две 12-вольтовые батареи Delkor емкостью 60 А·ч.

Инверторное устройство преобразует постоянный ток в переменный ток 220 Вольт. Для этого был использован инвертор СН-4000W производства Китайской Народной Республики.

Для установки разработанного комбинированного устройства был выбран участок

с ирригационной канавой, принадлежащий фермерское хозяйство “Акбаржон” расположенный в кишлаке Сокчилик Тошлокского района Ферганской области (рис. 3). По теоретическим расчетам мощность, которую можно получить от протекающего по ферме ручья, составила 1000 Вт. В качестве турбины была выбрана винтовая турбина Архимеда и на ней установлен асинхронный генератор мощностью 700 Вт. Определяли высоту воды 0,8 м и расход воды $0,12 \frac{м^3}{с}$.

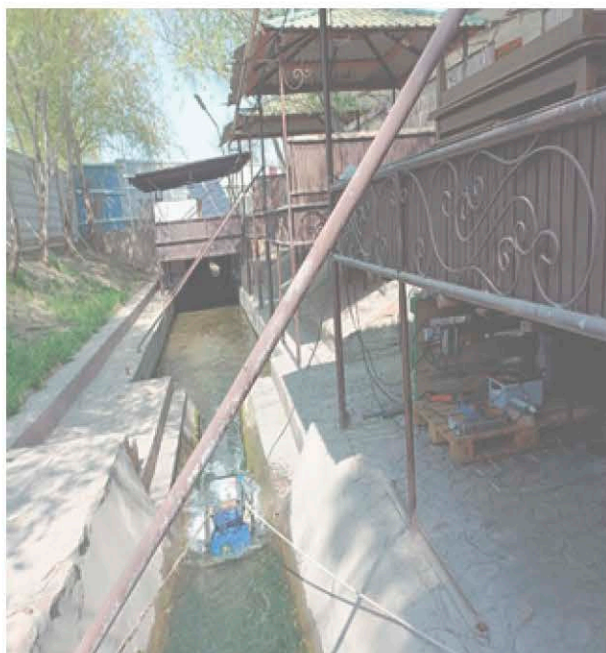


Рис.3. Процесс проведения экспериментальных исследований комбинированного энергетического устройства.

В качестве нагрузки к комбинированному энергетическому устройству подключены система освещения, холодильник, электрическая плита для приготовления пищи, устройства видеонаблюдения и модемные устройства для подключения к сети интернет в районе расположения фермерское хозяйство “Акбаржон” общей мощностью 3796 Вт.

Так как днем на освещение не было нужды, то лампы в основном использовались ночью. Нагрузки типа системы ви-

деонаблюдения, модемного устройства, холодильника работали постоянно подключенными. В течение светового дня основной нагрузкой была электрическая плита для приготовления пищи, и она работала более 5 часов. При измерении электросчетчиком отданной инвертором потребителям электроэнергии в период с 08:00 до 19:00 было установлено, что отдано 30 кВт*ч электроэнергии.

Днем электроэнергию в основном получали от солнечной фотоэлектрической установки. Солнечный

Таблица 1.-Выходные мощности солнечной фотоэлектрической станции, микрогидроэлектростанции и комбинированного энергетического устройства

Время, когда были измерены значения	Солнечная электростанция	микроГЭС	Комбинированное энергетическое устройство
	Выходная мощность, Вт		
08-00	1154,56	685,13	1 813,40
09-00	1786,98	684,88	2 315,04
10-00	2345,14	684,76	2 823,41
11-00	2985,87	685,01	3 335,47
12-00	3429,90	684,49	3 758,02
13-00	3603,40	685,09	3 898,78
14-00	3454,12	683,96	3 729,16
15-00	3011,04	684,05	3 329,19
16-00	2309,84	682,78	2 776,89
17-00	1445,07	681,01	1 990,67
18-00	527,98	680,03	1 182,87
19-00	0,00	679,17	679,17
20-00	0,00	678,08	678,08
21-00	0,00	677,05	677,05
22-00	0,00	676,75	676,75
23-00	0,00	676,78	676,78
00-00	0,00	676,89	676,89
01-00	0,00	677,07	677,07
02-00	0,00	677,89	677,89
03-00	0,00	678,78	678,78
04-00	0,00	679,83	679,83
05-00	0,00	680,78	680,78
06-00	0,00	682,67	682,67
07-00	895,48	684,78	1 580,26
08-00	1155,57	685,78	1 813,45

свет увеличился до максимального значения между 08:00 и 13:00 и уменьшился до минимального значения между 14:00 и 19:00. Вечером, когда не было солнечного света, использовалась винтовая турбина Архимеда (табл. 1).

Значения мощности, вырабатываемой комбинированным энергетическим устройством в течение суток, полученные в имитационной модели и в экспериментальных исследованиях, сравнивались между собой. В результате сравнений установлено, что результаты, полученные при экспериментальных исследованиях солнечных ФЭС, микроГЭС и комбинированного энергетического устройства, согласуются с результатами, полученными в имитационной модели.

Определим коэффициент полезной работы комбинированного энергетического устройства. Максимальная мощность комбинированного энергетического устройства составила 4700 Вт, а мощность в ходе эксперимента – 3796 Вт. Коэффициент полезной работы

определяли по следующей формуле

$$\eta = \frac{P_{\text{эксперимент}}}{P_{\text{максимал}}} = \frac{3796}{4700} = 0,807.$$

Так, КПД разработанного комбинированного энергетического устройства составил 0,807 или 80,7 %.

Выводы

Разработан экспериментальный пример комбинированного энергокомплекса, состоящего из солнечной фотоэлектрической электростанции мощностью 4 кВт и микрогидроэлектростанции мощностью 0,7 кВт. Данное устройство было внедрено в Сокчиликском фермерском хозяйстве «Акбаржон» Тошлокского района Ферганской области и получена мощность 3796 Вт. Определено, что при использовании реализованного энергетического устройства за год будет сэкономлено 12 599 000 сумов, исходя из потребностей хозяйства.

Использованная литература

1. Kasimahunova A.M, Yusupova F.T. Rationale for the relevance and results of the creation of a hybrid microGES with a solar installation in the Fergana valley. *Journal of Engineering and Technology (JET)*. Vol. 13, Issue 1, Jun 2023, pp 143–154.
2. Dyakonov V.P. *MATLAB R2007/2008/2009 for Radio Engineers* M.: DMK Press, 2010. P. 976.
3. Бутаков С.В. Моделирование автономной фотоэлектрической системы в программной среде MATLAB Simulink / С.В. Бутаков, А.С.Червочкин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 112–119. DOI: 10.14529/power190413.
4. Юсупов Д.Т., Юсупова Ф.Т. Разработка математической модели солнечного фотоэлектрического модуля на основе программы MATLAB. *Научный технический журнал ФерПИ*, 2021. Том 25. №1. 219-223.
5. Ф. Т. Юсупова. Комбинацияланган энергия қурилманинг эксплуатацион параметрларини тадқиқот натижалари // ФарПИ илмий-техника журнали, 2023 Том 27. №6. 2023 й, 106-111.
6. <https://www.eprussia.ru/news/base/2022/9093850.htm>