



ფოტოვოლტაიკური სისტემები და მათი გამვითარების პერსპექტივები საქართველოში

*ჩიხლაძე ვ., *ღლონტი ნ., **ხელაძე გ., ***ცხვედიაშვილი გ., ****სკრიპნიკი დ.,
 ****პრუდკი ვ.

*ივ. ჯავახიშვილის სახ. თსუ მ.ნოდის გეოფიზიკის ინ-ტი, თბილისი, საქართველო
 **ახალი ტექნოლოგიების ცენტრი, თბილისი, საქართველო
 ***სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი „დელტა“, თბილისი, საქართველო
 ****ფირმა „ჰელიოს სტრატეგია“, ქ. დნეპრი, უკრაინა

ანოტაცია: განხილულია მზის ენერჯის გამოყენების ერთერთი მეთოდი - ფოტოვოლტაიკური სისტემები, მათი გამოყენებისათვის საჭირო გეოფიზიკური ინფორმაცია, მისი მისადაგება თანამედროვე რეალობასთან. აღწერილია ფოტოვოლტაიკური სისტემის ძირითადი შემადგენელი ელემენტები და მათი დანიშნულება, სისტემების აგების ძირითადი სქემები. მოყვანილია სისტემების გაანგარიშებული ენერგობალანსის მაგალითები.

საკვანძო სიტყვები: ფოტოვოლტაიკა, მზის ენერჯეტიკა, პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია

ბოლო საუკუნენახევარი მიწისპირა ტემპერატურა იზრდება და ალბათ, ეს პროცესი ოცდამეერთე საუკუნეშიც გაგრძელდება, ადგილი აქვს დედამიწის კლიმატის ცვლილებას. რიგი მეცნიერთა თვალსაზრისით, კლიმატური ცვლილებების ძირითადი მიზეზი ადამიანის მოღვაწეობაა, რომელმაც გამოიწვია ტყეების განადგურება, პლანეტის ალბედოს შეცვლა და ატმოსფეროში დიდი რაოდენობით სათბური გაზების გატყორცნა. კლიმატის ამგვარი ცვლილება გვემუქრება ეკოლოგიური კატასტროფით. კლიმატის ცვლილების შერბილების ერთერთი გზაა ე.წ. „მწვანე ტექნოლოგიების“ დანერგვა, მათ შორის ენერჯის მოპოვების ალტერნატიულ წყაროებზე გადასვლა, კერძოდ მზის ენერჯიაზე. ეს საშუალებას მოგვცემს ერთის მხრივ გამოვიმუშაოთ სუფთა ენერჯია უწყვეტი წყაროს გამოყენებით და მეორეს მხრივ - დავზოგოთ ბუნება და არ გამოვიმუშაოთ ერთერთი საშიში სათბური გაზი CO₂. მზის ენერჯეტიკა, რომელიც წარმოადგენს გეოფიზიკის და ენერჯეტიკის ფუნდამენტურ ცოდნაზე დაფუძნებულ სწრაფად განვითარებად მეცნიერების და ტექნიკის დარგს, თავის მთავარ ამოცანას ხედავს მზის გამოუღევი ენერჯის სითბურ, ელექტრულ და სხვა სახის ენერჯიაში გარდაქმნაში. დედამიწაზე მოსული ენერჯეტიკული რესურსები დამოკიდებულია აგრეთვე კლიმატური ცვლილებებზე, (<http://docplayer.ru/48959037->

Gelioenergetika-i-izmeneniya-klimata.html) პირველ რიგში ღრუბლიანობის ცვლილებებზე და ატმოსფეროს გამჭურვალობაზე [5]. დაკვირვების შედეგად ადრე მოპოვებული ჰელიოენერგეტიკული რესურსების მახასიათებლები [3, 4], ისეთი როგორც ჯამური, პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის ჯამი (წელიწადისთვის, სეზონისთვის, თვისთვის), მზის ნათების ხანგრძლივობა, უღრუბლო და ღრუბლიანი დღეების რაოდენობა, ქვედა და მთლიანი ღრუბლიანობის რაოდენობა (წელიწადისთვის, სეზონისთვის, თვისთვის) ჯამური რადიაციის გარკვეული სიმძლავრის საათების რაოდენობა. დედამიწის ზედაპირთან მოსული მზის რადიაციის რაოდენობა დიდად არის დამოკიდებული ატმოსფეროს მდგომარეობაზე, ანუ მის გამჭურვალობასა და ღრუბლიანობაზე [2, 6, 8]. ატმოსფეროს გამჭურვალობა განისაზღვრება გაზების შემადგენლობით, ჰაერში წყლის ორთქლის და აეროზოლების არსებობით. მსხვილი ქლაქების და სამრეწველო ცენტრების მახლობლად ანთროპოგენური წარმოშობის ბევრი აეროზოლია, პირველ რიგში მური და სულფატური აეროზოლები. ატმოსფეროს გამჭურვალობაზე გავლენას ვულკანების ამოფრქვევები, დიდმასშტაბიანი ტყის და ბალახის ხანძრები ახდენენ. დღესდღეობით ღრუბლიანობა კლიმატურ სისტემაში გაურკვევლობის ერთერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს.

დღესდღეობით ჰელიოენერგეტიკაში ძირითადში გამოიყენება ორი ტიპის მოწყობილობები - ფოტოელექტრული დანადგარები და მზის კონცენტრატორები. ჯერჯერობით საქართველოში უფრო მარტივი ფოტოელექტრული გამოიყენება. მათ შეუძლიათ მიიღონ ენერჯია როგორც პირდაპირი, ასევე გაბნეული მზის რადიაციიდან. მაგრამ, რაც უფრო მაღალია ჰაერის ტემპერატურა, მით უფრო ნაკლებია მათი ეფექტურობა. მზის რადიაციის ენერჯიის ელექტრულში გარდაქმნა ხდება ა.წ. ფოტოვოლტაიკური (მზის) პანელეებით.

ამჟამად ძირითადში იყენებენ მონოკრისტალურ, პოლიკრისტალურ და ამორფული კაჟის ფიჭებისგან დამზადებული მზის ბატარეებს. მონოკრისტალურ პანელს მარგი ქმედების კოეფიციენტი დაახლოებით 16 – 18 % აქვს, პოლიკრისტალურს კი 12 – 14 %, მაგრამ ეს უკანასკნელი რამდენადმე იაფია. ორივე მათგანს გააჩნია თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, მაგრამ მთავარი პარამეტრები - დეგრადაციის სიჩქარე და გამძლეობა თითქმის ერთნაერია. მითუმეტეს, რომ თუ პანელები სქემაში ჩართულია თანამედროვე კონტროლერის მეშვეობით, ამ სხვაობას საბოლოო ჯამში არსებითი მნიშვნელობა არა აქვს. არსებობს აგრეთვე საკმაოდ იაფი პანელები ამორფულ კაჟზე, რომელიც დაფენილია რაიმე ზედაპირზე. მაგრამ მას გააჩნია საკმაოდ დაბალი მქკ (6 – 10 %) და სწრაფი დეგრადაციის გამო მუშაობის მცირე ვადა. ფოტოვოლტაიკური პანელების წარმადობა მზის მიმართ მათ ორიენტაციაზეა დამოკიდებული <http://svetdv.ru/sun/price.shtml>.

ძირითადში, თუ არ არის გარკვეული წინაპირობები, (მაგალითად, მონტაჟი დახრილ სახურავზე ან კედელზე) მათი მონტაჟი ხდება ჰორიზონტალურ ან დახრილ ზედაპირზე სამხრეთის ორიენტაციით. პანელების დახრის კუთხე დამოკიდებულია იმაზე, რომელ სეზონში იქნება გამოყენებული - თუ ნავარაუდებია მზის ელექტროსადგურის გამოყენება მთელი წლის განმავლობაში, ბატარეები უნდა დავაყენოთ განედის +15° კუთხით, ხოლო ზაფხულის თვეებში კი - განედის -15° კუთხით. სტაციონარულების გარდა ზოგ შემთხვევაში გამოიყენება მზის მიმართულებით ერთ ან ორ სიბრტყეში მბრუნავი პანელების სისტემებიც, რომელიც 50%-დე ზრდოს ელექტროენერჯიის გამომუშავებას. ის საკმაოდ

მკირი და რთულია და მხოლოდ 1 – 2 კვტ სიმძლავრის სისტემებისთვის გამოიყენება <https://geektimes.ru/post/255440/>.

მზის პანელები მზის ელექტროსადგურების (მეს) ძირითად ელემენტს წარმოადგენენ. მათ გარდა სისტემა შეიცავს კონტროლერს, ინვერტორს, რეზერვის ავტომატურ ჩამრთველს და აკუმულატორებს. ამ ელემენტების დანიშნულების შენდევია:

მზის ბატარეები გარდაქმნიან მზის ენერჯიას ელექტრულში და აწარმოებენ მუდმივ დენს.

კონტროლერი გარდაქმნის მუდმივ დენს აკუმულატორების დასამუხტად და აწვდის მომხმარებელს ან ინვერტორს <http://www.solarroof.ru/theory/28/105/>.

ინვერტორი გარდაქმნის მას სტანდარტულ ერთ ან სამფაზიან 50 ჰც-ან ცვლადში.

აკუმულატორები აგროვებენ გამოუყენებელ ენერჯიას და გასცემენ მას საჭიროებისას.

როდესაც მზე ჩადის და აკუმულატორების მუხტი ამოწურულია, რეზერვის ავტომატური ჩამრთველი გადართავს მომხმარებლის კვებას ელექტროქსელზე და აკუმულატორების დამუხტვაზე.

მზის ბატარეების საფუძველზე შექმნილი სისტემების ყველაზე გავრცელებული სქემები შემდეგია: (<http://saen.com.ua/oborudovanie/fotovoltazhnye-moduli.html>)

- ავტონომიური ობიექტი (მზის ბატარეები აკუმულატორით). მზის ბატარეები ერთადერთი წყაროა.

- ავტონომიური ობიექტი (მზის ბატარეები აკუმულატორით) + დიზელ ან ბენზო გენერატორი. აკუმულატორების განმუხტვისას ან მზის ჩასვლისას კვება დამხმარე გენერატორისაგან მიეწოდება.

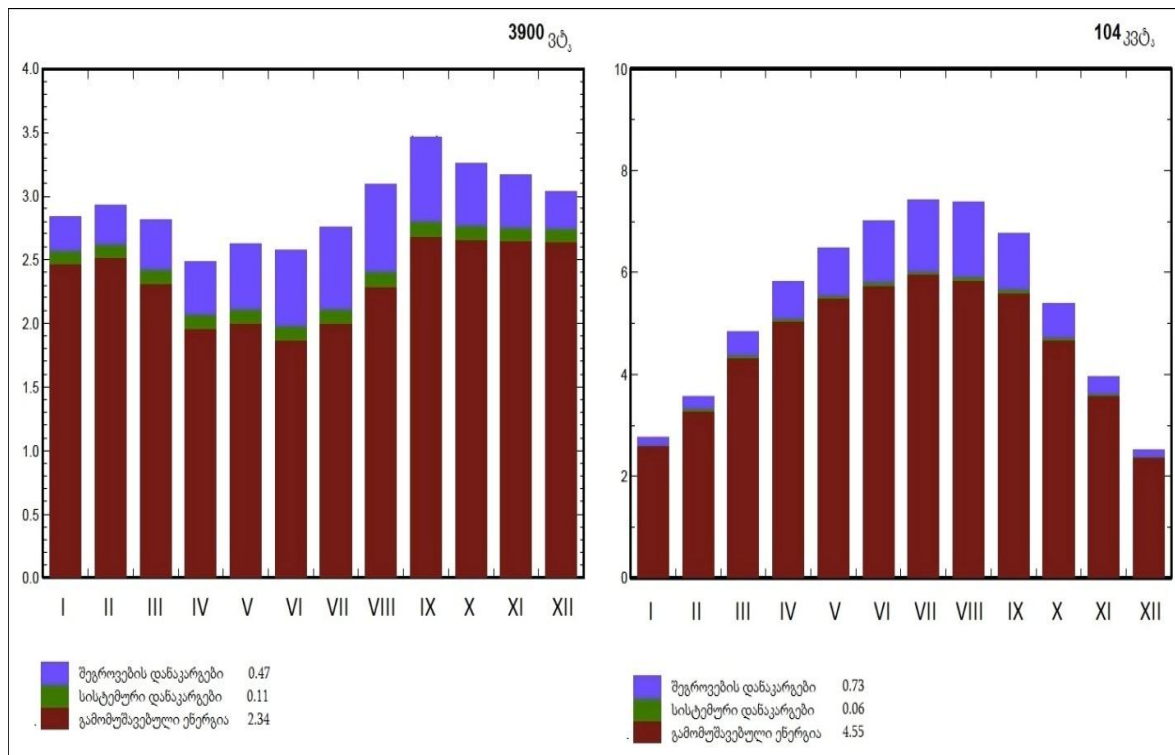
- კომუტაცია ქსელთან (მზის ბატარეები და აკუმულატორები). სისტემა ქსელთან პარალელურად მუშაობს. შესაძლოა იყოს როგორც ძირითადი, ასევე როგორც სარეზერვო. რეზერვის ავტომატური ჩამრთველი იძლევა გადართვის საშუალებას მზის ბატარეებიდან ქსელზე აკუმულატორების განმუხტვისას ან მზის ჩასვლისას, ან საპირისპიროდ - გადართვა მზის ბატარეებზე და აკუმულატორზე ქსელის გამორთვისას.

- კომუნიკაცია ქსელთან (მზის ბატარეები აკუმულატორების გარეშე). მთელი გამომუშავებული ენერჯია გადაეცემა საერთო ელექტროქსელს მთვლელის მეშვეობით. თვის, კვარტლის ან წლის ბოლოს ხდება მთვლელის მიერ დათვლილი ენერჯიის ბალანსი - ვინ ვის და რამდენი უნდა გადაუხადოს.

- ქარის გენერატორის და მზის ბატარეების შეხამება. სპეციალური კონტროლერი ახორციელებს მზის ბატარეებით და ქარის გენერატორით გამომუშავებულ ელექტროენერჯიის კომუტაციას.

მზის ბატარეების ყველა სისტემა უნივერსალურია და შესაძლებლობას იძლევა ნებისმიერი სიმძლავრის სხვადასხვა წყაროს და ხანგრძლივი უწყვეტი მუშაობის სქემების შედგენისა. უნდა აღინიშნოს, რომ მზის ბატარეების და მათი მონტაჟის ფასი მთელი სისტემის მხოლოდ 10 -15 % შეადგენს. საქართველოში არსებობს ყველა წინაპირობა იმისა, რომ ფოტოვოლტაიკური პანელების გამოყენება საგრძნობლად გაიზარდოს. თუ 2012 წლისთვის დაყენებული საერთო სიმძლავრე არ აღემატებოდა 100 კვტ-ს, დღეს იგი საგრძნობლად მომატებულია. ბოლო წლებში დონორი ქვეყნების დახმარებით და რამოდენიმე სამამულო ორგანიზაციის წყალობით მნიშვნელოვნად გაიზარდა როგორც რაოდენობა,

ასევე სიმძლავრე და გავრცელების გეოგრაფია. მაგალითად, თბილისის აეროპორტთან და-
მონტაჟდა და ამუშავდა 320 კვტ სიმძლავრის მეს, რომელიც აეროპორტის შენობას მოემსა-
ხურება. სსსტ „დელტა“-ში შექმნილი 83 სეტყვასაწინააღმდეგო დანადგარი აღჭურვილია
ფოტოვოლტაიკური პანელებით, რომლებიც მთელი სეზონის განმავლობაში უზრუნველ-
ყოფენ დანადგარების გამართულ მუშაობას - ელექტრონიკის ბლოკის მუშაობა, უწყვეტი
კავშირგაბმულობა, შემობრუნება ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეში, ხუფის
ახდა და დახურვა, გასაფრთხილებელი სიგნალები, რაკეტების გაშვება [1].



ამ გრაფიკებზე ნაჩვენებია ორი სადგურისთვის გამოანგარიშებული გამომუშავებუ-
ლი სუფთა ენერჯია და დანაკარგები ნორმალიზებულ ერთეულებში [კვტსთ/კვტა/დღე]
მარცხნივ თელავის და მარჯვნივ - თბილისის სადგურებისთვის. სხვაობა განპირობებუ-
ლია პანელების ორიენტაციით - თელავში მათ აქვთ ვერტიკალური განლაგება, ხოლო თბი-
ლისში - დახრილი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე.

კვლევები, რომელიც ხორციელდება გეოფიზიკის ინსტიტუტში, მათ შორის ატმოს-
ფეროს ფიზიკის განხრით [7, 9, 10], ხელს შეუწყობს მომავალი მძლავრი სადგურების ხელ-
საყრელ ადგილას და მაქსიმალურად ეფექტურ მუშაობას

ლიტერატურა

1.Амиранашвили А.Г., Барекчян И.Ю., Двалишвили К.С., Дзодуაშვილი У.В., Ломтадзе Дж.Д.,
Осепашвили А.Р., Саури И.П., Татишвили Г.З., Телия Ш.О., Чихладзе В.А. Характеристики наземных
средств воздействия на градовые процессы в Кахетии. Тр.Ин-та геофизики им. М.З.Нодиа, т.66, ISSN
1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 39-52.

2. ამირანაშვილი ა., ზღაძე თ., ჩხლაძე ვ. ფოტოქიმიური სმოგი თბილისში. თსუ-ს მიხეილ ნოდოს გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, მონოგრაფია, ISSN 1512-1135, ტ. LXIII, თბილისი, 2012, 160 გვ.

3. Мелия Г.Т.. Гелиоэнергетические ресурсы Грузинской ССР. Издательство Академии наук Грузинской ССР. Тбилиси. 1959. 127 с.

4. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В.. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Ленинград. Гидрометеиздат. 1987. 174 с.

5. Crook J.A. Climate change impacts on future photovoltaic and concentrated solar power energy output/ J. A. Crook, L. A. Jones, P. M. Forster, R. Crook // Energy and environmental science V. 4. Issue 9, 2011

6. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Kharchilava J.F, Buachidze N.S., Intskirveli L.N. Variations of the Weight Concentrations of Dust, Nitrogen Oxides, Sulphur Dioxide and Ozone in the Surface Air in Tbilisi in 1981-2003. Proc. 16th International Conference on Nucleation&Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July 2004, p. 678-681.

7. Цицкишвили М.С., Амиранашвили А.Г. Глобальный мониторинг динамики аэрозольной компоненты атмосферы средних широт на синхронно-сопряженных фоновых стационарах северного и южного Кавказа (предложение по совместному проекту). Международная конференция «Аэрозоль и оптика атмосферы» (к столетию Г.В. Розенберга), Тезисы докладов, 21-24 октября 2014, Москва, 2014, с. 86.

8. Амиранашвили А.Г., Блиадзе Т.Г., Киркитадзе Д.Д., Никофоров Г.В., Нодия А.Г., Харчилава Д.Ф., Чанкветадзе А.Ш., Чихладзе В.А., Чочишвили К.М., Чхаидзе Г.П. Некоторые предварительные результаты комплексного мониторинга концентрации приземного озона (КПО), интенсивности суммарной солнечной радиации содержания в воздухе субмикронных аэрозолей в Тбилиси в 2009-2011 г. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодия, ISSN 1512-1135, т. 62, Тбилиси, 2010, с. 189-196.

9. Amiranashvili V. Modelling of Solar Radiation Transfer in the Atmosphere with Allowance to Aerosol Diffusion. J. Aerosol Sci., Vol. 30, Suppl 1, Pergamon Press, 1999, p. S625-S626.

10. Блиадзе Т.Г., Киркитадзе Д.Д., Чанкветадзе А.Ш., Чихладзе В.А. Сравнительный анализ загрязнения воздуха в Тбилиси и Кутаиси. International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“, Kutaisi, Georgia, 21-22 September, 2018

PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND PROSPECTS FOR THEIR DEVELOPMENT IN GEORGIA

Chikhladze V., Ghlonti N., Kheladze G., Tskhvediashvili G., Skrypnyk D., Prudkyi V.

Summary: One of the methods of using solar energy is the use of photovoltaic systems. About the geophysical information necessary for their use, and its adaptability to modern reality. The main components of the photovoltaic system and their purpose, the basic schemes of building systems are described. Examples of system energy calculation are given