

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ
ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ**

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

Հո վ հ ա ն ն ի ս յ ա ն Հ ա յ կ Հ ա յ ր ա պ Ե տ ի

**Գ Յ Ո Ւ Ղ Ա Կ Ա Ն Ի Ն Ք Ն Ա Վ Ա Ր Ա Ր Ե Վ Ա - Հ Ո Ղ Մ Ա Յ Ի Ն
Կ Ա Յ Ա Ն Ն Ե Ր Ի Հ Ե Տ Ա Չ Ո Տ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն Ը Ե Վ
Պ Ա Ր Ա Մ Ե Տ Ր Ե Ր Ի Հ Ի Մ Ն Ա Վ Ո Ր ՈՒ Մ Ը Հ Ա Յ Ա Ս Ա Ն Ի
Պ Ա Յ Մ Ա Ն Ն Ե Ր ՈՒ Մ**

Ե .14.04 - «Վ ե ր ա կ ա ն գ ն վ ո ղ ն ա յ լ ը ն տ ր ա ն ք ա յ ի ն
Է ն ե ր գ ի ա յ ի ա ղ ք յ ո լ ր ն ե ր ո վ Է ն ե ր գ Ե տ ի կ
կ ա յ ա ն ք ն ե ր »

մ ա ս ն ա գ ի տ ո լ թ յ ա մ ք տ Ե խ ն ի կ ա կ ա ն
գ ի տ ո լ թ յ ո լ ն ն ե ր ի թ Ե կ ն ա ճ ո լ ի գ ի տ ա կ ա ն
ա ս տ ի ճ ա ն ի հ ա յ ց մ ա ն ա տ Ե ն ա խ ո ս ո լ թ յ ա ն

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

Ե Ր Ե Վ Ա Ն 2017

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

Оганнисян Айк Айрапетович

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЛЬСКИХ АВТОНОМНЫХ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВЫХ
СТАНЦИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ В УСЛОВИЯХ АРМЕНИИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности:

05.14.04 – “Энергетические установки на основе возобновляемых и альтернативных
источников энергии”

ЕРЕВАН 2017

Ատենախոսությունը լինելու է հաստատվել է
Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական
համալսարանում

Գիտական դեկանար՝ տ.գ.թ. Վ.Վ.Աթոյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տ.գ.դ. Ռ.Ռ.
Վարդանյան

Առաջատար կազմակերպությունը՝
«Էներգետիկայի
գիտահետազոտական
ինստիտուտ»ՓԲԸ

Ատենախոսությունը կապակցված է լինում
կայանալու է 2017թ. օգոստոսի 29-ին, ժամը 11⁰⁰-ին,
Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական
համալսարանում գործող ԲՈՀ-ի Էներգետիկայի
043 մասնագիտական խորհրդին իստում:
(հասցե՝ 0009, Երևան, Տերյան փ., 105, 2-րդ մասնաշենք):

Ատենախոսությունը կարելի է ծանոթանալ ՀԱՊՀ -
ի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2017թ. հունիսի 25-ին:

Մասնագիտական խորհրդի
Գիտական քարտուղար, տ.գ.թ. Ա.Ա.
Գևորգյան

Тема диссертации утверждена в Национальном политехническом университете
Армении.

Научный руководитель: к.т.н. В.В. Атоян

Официальные оппоненты: д.т.н. Р.Р. Варданян

Ведущая организация: ЗАО «Научно-исследовательский
институт энергетики»

Защита диссертации состоится 29-го августа 2017 г. в 11⁰⁰ ч. на заседании
Специализированного совета ВАК 043 - «Энергетика», действующего при
Национальном политехническом университете Армении (адрес: 0009, г. Ереван, ул.
Теряна, 105, корпус 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПУА.

Автореферат разослан 25 - го июля 2017 г.

Ученый секретарь
специализированного совета к.т.н.

А.А. Геворгян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Թե մ այ ի

արդիականությունը:

Էներգետիկայի լայնածավալ զարգացման գլխավոր պատճառը Էներգիայի պահանջարկի աճն է: Ձևավորվել են հզոր Էներգետիկական համակարգեր, որոնք ապահովում են բարձր տնտեսական ցուցանիշներ, Էլեկտրաէներգիայի բարձր որակ և հուսալի Էլեկտրամատակարարում: Սակայն համակարգերի այդպիսի հզորացումը առաջացնում է դրանց կառավարման, հուսալիության և անվտանգության ապահովման լրացուցիչ խնդիրներ: Վերականգնվող և այլընտրանքային Էներգիայի աղբյուրների օգտագործումը Էներգետիկ անվտանգության և շրջակա միջավայրի պահպանության գլոբալ խնդիրների լուծման հիմնական ուղղություններից մեկն է: Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների օգտագործումը հատկապես կարևոր է Հայաստանի համար: Գյուղական ինքնավար արևահողմային Էլեկտրակայանների ներդրման արդյունքում կլուծվի Էլեկտրամատակարարման հուսալիության խնդիրը և կբարձրանան Էներգետիկ անկախություն և անվտանգության մակարդակները:

Արևահողմային Էլեկտրակայանների սարքավորումների պարամետրերի հիմնավորմանը և աշխատանքային ռեժիմների մոդելավորմանը նվիրված են բազմաթիվ գիտական աշխատանքներ, որոնցում սակայն չեն դիտարկվում \$ոտոէլեկտրական տեղակայանքի աշխատանքի առանձնահատկությունները դրա տեղակայման վայրի օդերևութաբանական և ճառագայթաչափական (ակտինոմետրական) պայմանների դեպքում, ինվերտորի ՕԳԳ - ն ընդունվում է հաստատուն, մարտկոցների մաթեմատիկական մոդելներում չեն դիտարկվում դրանց ունակություն կախվածությունը տեղակայման վայրի ջերմաստիճանից, ինքնավիցքաթափման երևույթի ազդեցությունը մարտկոցների խմբի ունակություն վրա, մարտկոցների սեղմակների միջև լարումների փոփոխությունները դրանց լիցքավորվածությունը, ինքնավորվածություն վիճակից և լիցքավորման ու լիցքաթափման հոսանքներից կախված, չեն դիտարկվում մարտկոցների հաշորդական և

գ ու զ ա հ ե ռ մ ի ա ց ու մ ն եր ի առ ա ն ձ ն ա հ ա տ-
կ ու թ յ ու ն ն եր ը , ի ս կ Է Լ Ե կ տր ա կ ա յ ա ն ի ա շ խ ա-
տ ա ն թ ը մ ո դ Ե Լ ա վ որ Ե Լ ի ս մ ար տ կ ո ց ն եր ի խ մ բ ի
ն վ ա զ ա գ ու յ ն Լ ի ց ք ա վ որ վ ա ծ ու թ յ ա ն վ ի ճ ա կ ը
ը ն դ ու ն վ ու մ Է հ ա ս տ ա տ ու ն , և կ ա յ ա ն ի
գ ու մ ար ա յ ի ն բ եր վ ա ծ ծ ա խ ս եր ը հ ա շ վ ա ր կ վ ու մ
Ե ն ա յ դ ա ի ս ի ա ր ժ Ե ք ն եր ի դ Ե պ ք ու մ : Ս ա կ ա յ ն
մ ա ր տ կ ո ց ն եր ի ն վ ա զ ա գ ու յ ն
Լ ի ց ք ա վ որ վ ա ծ ու թ յ ա ն վ ի ճ ա կ ը ն ու յ ն պ Ե ս օ պ տ ի -
մ ա Լ ա ց ն ո դ պ ա ր ա մ Ե տ ր Է , ք ա ն ի ո ր դ ր ա ն ի ց
կ ա խ վ ա ծ ` կ ա յ ա ն ի գ ու մ ա ր ա յ ի ն բ եր վ ա ծ
ծ ա խ ս եր ը փ ո խ վ ու մ Ե ն :

Ն շ վ ա ծ թ եր ու թ յ ու ն ն եր ը շ տ կ Ե Լ ու հ ա մ ա ր
ա ն հ ր ա ժ Ե շ տ Է գ ա ր գ ա ց ն Ե Լ ա ր ն ա -հ ո դ մ ա յ ի ն
Է Լ Ե կ տր ա կ ա յ ա ն ն եր ի հ ի մ ն ա կ ա ն ս ա ր ք ա վ որ ու մ -
ն եր ի ա շ խ ա տ ա ն թ ը բ ն ու թ ա գ ր ո դ
մ ա թ Ե մ ա տ ի կ ա կ ա ն մ ո դ Ե Լ ն եր ը : Դ ա
հ ն ա ր ա վ որ ու թ յ ու ն կ տ ա մ շ ա կ Ե Լ ա ր ն ա -
հ ո դ մ ա յ ի ն Է Լ Ե կ տր ա կ ա յ ա ն ն եր ի
ս ա ր ք ա վ որ ու մ ն եր ի պ ա ր ա մ Ե տ ր Եր ի հ ի մ ն ա վ որ -
մ ա ն ա ր դ յ ու ն ա վ Ե տ մ Ե թ ո դ ի կ ա և դ ր ա հ ի մ ա ն վ ր ա
գ ն ա հ ա տ Ե Լ ա ր ն ա -հ ո դ մ ա յ ի ն
Է Լ Ե կ տր ա կ ա յ ա ն ն եր ի ն եր դ ր մ ա ն
տ Ե խ ն ի կ ա տ ն տ Ե ս ա կ ա ն ա ր դ յ ու ն ա վ Ե տ ու թ յ ու ն ը :

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ու թ յ ա ն ն պ ա տ ա կ ն Է ` հ Ե տ ա գ ո տ Ե Լ

ա ր ն ա -հ ո դ մ ա յ ի ն Է Լ Ե կ տր ա կ ա յ ա ն ն եր ը , մ շ ա կ Ե Լ
դ ր ա ն ց ս ա ր ք ա վ որ ու մ ն եր ի պ ա ր ա մ Ե տ ր Եր ի հ ի մ -
ն ա վ որ մ ա ն մ Ե թ ո դ ի կ ա և գ ն ա հ ա տ Ե Լ Յ ա յ ա ս տ ա ն ի
գ յ ու դ ա կ ա ն ս պ ա մ ի չ ն եր ի Է Լ Ե կ տր ա մ ա տ ա կ ա ր ա ր -
մ ա ն հ ա մ ա ր դ ր ա ն ց ն եր դ ր մ ա ն տ ն տ Ե ս ա կ ա ն
ա ր դ յ ու ն ա վ Ե տ ու թ յ ու ն ը :

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ու թ յ ա ն ն պ ա տ ա կ ի ն հ ա ս ն Ե Լ ու
հ ա մ ա ր Լ ու ծ վ Ե Լ Ե ն հ Ե տ ն յ ա Լ **խ ն դ ի ի ր ն եր ը .**

- մ շ ա կ վ Ե Լ Է գ յ ու դ ա կ ա ն ս պ ա մ ո դ ն եր ի
Է Լ Ե կ տր ա կ ա ն Է ն եր գ ի ա յ ի ս պ ա մ մ ա ն օ ր ա կ ա ն
գ ր ա ֆ ի կ ն եր ի ո ր ո շ մ ա ն մ Ե թ ո դ ,

- մ շ ա կ վ Ե Լ Է հ ո ր ի գ ո ն ա կ ա ն մ ա կ Ե ր ն ու յ թ ի
ն կ ա տ մ ա մ Բ ա ն փ ո փ ո խ ա ն կ յ ա ն տ ա կ տ Ե դ ա դ ր վ ա ծ
Ֆ ո տ Ե Լ Ե կ տր ա կ ա ն մ ո դ ու Լ ի Լ ու ս ը ն կ ա Լ ո դ
մ ա կ Ե ր ն ու յ թ ի վ ր ա ը ն կ ն ո դ ու դ ի դ , ց ր վ ա ծ և
գ Ե տ ն ի ց ա ն դ ր ա դ ա ր ձ ա ծ ա ր Ե գ ա կ ն ա յ ի ն
ճ ա մ ա գ ա յ թ ն եր ի ի ն տ Ե ն ս ի վ ու թ յ ու ն ն եր ի
ա ր ժ Ե ք ն եր ի ո ր ո շ մ ա ն մ Ե թ ո դ ի կ ա ,

- ո ր ո շ վ Ե Լ Ե ն հ ո դ մ ի ժ ա մ ա յ ի ն
ա ր ա գ ու թ յ ու ն ն եր ը հ ո դ մ ա Է Լ Ե կ տր ա կ ա ն տ Ե դ ա -
կ ա յ ա ն թ ի ն ա խ ա տ Ե ս վ ա ծ տ Ե դ ա կ ա յ մ ա ն վ ա յ ր ու մ ,

- գնահատվել են արևային և հողմային էներգամետուլոսների փոխլրացման հնարավորությունները Հայաստանի պայմաններում,

- մշակվել է \$ոտոէլեկտրական մոդուլի աշխատանքը բնութագրող մաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն է տալիս որոշել մոդուլի ջերմաստիճանը, ՕԳԳ - ն և արտադրած հզորությունը տարվա բոլոր ժամերին՝ մոդուլի տեխնիկական բնութագրերից, տեղանքի օդերևութաբանական և ակտիսոմետրական պարամետրերից կախված,

- որոշվել է հողմաէլեկտրական տեղակայանքի արտադրած էլեկտրաէներգիայի քանակը տարվա բոլոր ժամերին,

- մշակվել են գյուղական ինքնավար և ցանցին միացված արևա-հողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմները բնութագրող մաթեմատիկական մոդելները, որոնք հնարավորություն են ընձեռում հաշվի առնել դրանց էներգետիկական գործընթացների առանձնահատկությունները, ինչպես նաև էլեկտրակայանների տեղակայման վայրի ակտիսոմետրական և օդերևութաբանական բնութագրերը,

- մշակվել են գյուղական ինքնավար և ցանցին միացված արևա-հողմային էլեկտրակայանների սարքավորումների պարամետրերի հիմնավորման մեթոդիկա և ալգորիթմ, գնահատվել է ՀՀ գյուղական վայրերում այդպիսի էլեկտրակայանների ներդրման տնտեսական արդյունավետությունը:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

1. Մշակվել է հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ անփոփոխ անկյան տակ տեղադրված \$ոտոէլեկտրական մոդուլի լուսընկալող մակերևույթի վրա ընկնող ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած արեգակնային ճառագայթների ինտենսիվությունների արժեքների որոշման մեթոդիկա:

2. \$ոտոէլեկտրական մոդուլի ջերմային հոսքերի հաշվեկշռի հիման վրա մշակվել է մոդուլի ջերմաստիճանի, ՕԳԳ - ի և արտադրած հզորության որոշման մաթեմատիկական մոդել:

3. Մշակվել են գյուղական ինքնավար և ցանցին միացված արևա-հողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմների մոդելավորման և սարքավորումների պարամետ-

ր երի հիմնավորման մեթոդիկա, ալգորիթմաժրագիր:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը

Աշխատանքում իրականացված հետազոտություններն արդյունքում՝

1. մշակվել է հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ ֆիքսված անկյան տակ տեղադրված մակերևույթի վրա ընկնող ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած արեգակնային ճառագայթների ինտենսիվությունը ներհանրապես մասժրագիր «Microsoft Excel» և «MatLab» ժրագրային միջավայրերում, որը հնարավորություն է տալիս որոշել ինչպես ուղիղ, ցրված և գումարային արեգակնային ճառագայթման ինտենսիվությունները, այնպես էլ ցանկացած ուղղությունամբ կողմնորոշված մակերևույթի՝ հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ թեքման այն անկյունները, որոնց դեպքում մոդուլի մակերևույթի վրա հասնում է տրված կողմնորոշման դեպքում արեգակնային ճառագայթման գումարային առավելագույն էներգիա տարվա ընթացքում Յայաստանի պայմաններում:

2. Ֆոտոէլեկտրական մոդուլի աշխատանքը բնութագրող մշակված մաթեմատիկական մոդելի միջոցով կարելի է որոշել մոդուլի ջերմաստիճանը, արդյունավետությունը և արտադրած հզորությունը նրա տեղակայման վայրի ակտիսոմետրական և օդերևութաբանական բնութագրերից կախված:

3. գյուղական ինքնավար և ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների սարքավորումների պարամետրերի հիմնավորման մշակված մեթոդիկայի և ալգորիթմի իրացման համար մշակվել է ժրագիր «MatLab» և «Microsoft Excel» ժրագրային միջավայրերում, որը հնարավորություն է տալիս մոդելավորել ֆոտովոլտային և արևահողմային էլեկտրակայանների աշխատանքը և գտնել այդ էլեկտրակայանների սարքավորումների պարամետրերի օպտիմալ համադրումները:

Պաշտպանություն ներկայացվող գիտական արժեքները

1. Հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ անփոփոխ անկյան տակ տեղադրված մակերևույթի վրա ընկնող ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած արեգակնային

ճ առ ազ ա յ թ ն եր ի ի ն տ Ե ն ս ի վ ու թ յ ու Լ ն ն եր ի
ո ռ ո շ մ ա ն մ Ե թ ո դ ի կ ա :

2.Ֆ ո տ ո Է Լ Ե կ տր ա կ ա ն մ ո դ ո Լ Լ ի ա շ խ ա տ ա ն ք ը
բ ն ու թ ա գ ռ ո դ մ ա թ Ե մ ա տ ի կ ա կ ա ն մ ո դ Ե Լ , ո ռ ը
հ ն ա ռ ա վ ո ռ ու թ յ ու Լ Ե տ ա Լ ի ս ո ռ ո շ Ե Լ մ ո դ ո Լ Լ ի
ջ Ե ռ մ ա ս տ ի ճ ա ն ը , ա ռ դ յ ու Լ ն ա վ Ե տ ու թ յ ու Լ ն ը և
ա ռ տ ա դ ռ ա ծ հ գ ո ռ ու թ յ ու Լ ն ը՝ մ ո դ ո Լ Լ ի
բ ն ու թ ա գ ռ Ե ռ ի ց , ն ռ ա տ Ե դ ա կ ա յ մ ա ն վ ա յ ռ ի
ջ Ե ռ մ ա ս տ ի ճ ա ն ի ց և ք ա մ ու ա ռ ա գ ու թ յ ու Լ ն ի ց ,
ը ն կ ն ո դ ա ռ Ե գ ա կ ն ա յ ի ն ճ առ ազ ա յ թ ն եր ի բ ն ու -
թ ա գ ռ Ե ռ ի ց կ ա խ վ ա ծ :

3.Գ յ ու դ ա կ ա ն ի ն ք ն ա վ ա ռ և ց ա ն ց ի ն մ ի ա ց վ ա ծ
ա ռ և ա -հ ո դ մ ա յ ի ն Է Լ Ե կ տր ա կ ա յ ա ն ն եր ի
ա շ խ ա տ ա ն ք ա յ ի ն ռ Ե ժ ի մ ն եր ի մ ո դ Ե Լ ա վ ո ռ ու մ ը և
պ ա ռ ա մ Ե տր Ե ռ ի հ ի մ ն ա վ ո ռ մ ա ն մ Ե թ ո դ ի կ ա ն :

**Ա շ խ ա տ ա ն ք ի ա ռ դ յ ու Լ ն ք ն եր ի փ ո ռ ծ ա ռ կ ու մ ը և
հ ը ա պ ա ռ ա կ ու մ ն եր ը**

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ու Լ թ յ ա ն հ ի մ ն ա կ ա ն դ ռ ու յ թ ն եր ը և
ա ռ դ յ ու Լ ն ք ն եր ը գ Ե կ ու Ե գ վ Ե Լ և ք ն ն ա ռ կ վ Ե Լ Ե ն
Հ Ա Դ Հ - ի Է ն Ե ռ գ Ե տ ի կ ա յ ի և Է Լ Ե կ տր ա տ Ե խ ն ի կ ա յ ի
ի ն ս տ ի տ ու տ ի «Է Լ Ե կ տր ա Է ն Ե ռ գ Ե տ ի կ ա յ ի »
ա մ ք ի ո ն ի գ ի տ ա կ ա ն ս Ե մ ի ն ա ռ ն եր ի և ն ի ս տ Ե ռ ի
ժ ա մ ն ա կ (ք .Ե ռ և ա ն ,2014-2017թ .թ .):

Ա շ խ ա տ ա ն ք ի հ ի մ ն ա կ ա ն ա ռ դ յ ու Լ ն ք ն եր ը
ն եր դ ը վ Ե Լ Ե ն «Օ Յ Մ» Ս Դ Ը - ի կ ո դ մ ի ց տ Ե դ ա կ ա յ վ ա ծ
ց ա ն ց ի ն մ ի ա ց վ ա ծ և մ ա ռ տ կ ո ց ն եր ո վ 2,4 կ Վ տ
գ ա գ ա թ ն ա յ ի ն (պ ի կ ա յ ի ն) հ գ ո ռ ու թ յ ա մ ք
Ֆ ո տ ո Է Լ Ե կ տր ա կ ա ն կ ա յ ա ն ի ն ա խ ա գ ծ ու մ :

Հ Ե տ ա գ ո տ ու թ յ ա ն հ ի մ ն ա կ ա ն դ ռ ու յ թ ն եր ն ու
ա ռ դ յ ու Լ ն ք ն եր ը հ ռ ա տ ա ռ ա կ վ ա ծ Ե ն Ե ռ Ե ք
գ ի տ ա կ ա ն հ ո դ վ ա ծ ու մ :

Ա շ խ ա տ ա ն ք ի կ առ ու Ե գ վ ա ծ ք ը և ծ ա վ ա յ ը

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ու Լ թ յ ու Լ ն ը բ ա դ կ ա ց ա ծ Ե
ն եր ա ծ ու թ յ ու Լ ն ի ց , չ ո ռ ս գ Լ խ ի ց , ը ն դ հ ա ն ու ռ
Ե գ ռ ա կ ա ց ու թ յ ու Լ ն ն եր ի ց , հ ա պ ա վ ու մ ն եր ի
ց ա ն կ ի ց ,112ա ն ու Լ ն օ գ ա տ ա գ ո ռ ծ վ ա ծ գ ռ ա կ ա ն ու թ յ ա ն
ց ա ն կ ի ց և Ե ռ Ե ք հ ա վ Ե Լ վ ա ծ ի ց :
Ա տ Ե ն ա խ ո ս ու Լ թ յ ու Լ ն ը շ ա ռ ա դ ը վ ա ծ Ե 161Է ջ ի վ ը ա՝
ն եր ա յ ա լ 34 գ ծ ա պ ա տ կ Ե ռ ու 43 ա դ յ ու Լ ս ա կ :
Ա տ Ե ն ա խ ո ս ու Լ թ յ ու Լ ն ը գ ը վ ա ծ Ե հ ա յ Ե ռ Ե ն Լ Ե գ վ ո վ :

Ա Շ խ Ա Տ Ա Ն Ք Ի Ը Ն Դ Հ Ա Ն Ո Ի Ր Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ի Թ Յ Ո Ի Ն Ը

Ն եր ա ծ ու թ յ ա ն մ Ե ջ հ ի մ ն ա վ ո ռ վ Ե Լ Ե թ Ե մ ա յ ի
ա ռ դ ի ա կ ա ն ու թ յ ու Լ ն ը , ս ա հ մ ա ն վ Ե Լ Ե ա շ խ ա տ ա ն ք ի
ն ա պ ա տ ա կ ը , ն եր կ ա յ ա ց վ Ե Լ Ե ն ս ա հ մ ա ն վ ա ծ
ն ա պ ա տ ա կ ի ն հ ա ս ն Ե Լ ու հ ա մ ա ռ Լ ու ծ վ ա ծ
խ ն դ ի ռ ն եր ը , ա շ խ ա տ ա ն ք ի գ ի տ ա կ ա ն ն ո ռ ու յ թ ը ,

կիրառական նշանակությունը և պաշտպանություն համար առաջադրված գիտական դրույթները:

Գլուխ 1 - ում իրականացվել է հետազոտության օբյեկտի, նպատակի, խնդիրների ընտրությունը: Ներկայացված են էլեկտրաէներգետիկայի համաշխարհային շուկաների զարգացման և էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների օգտագործման միտումները, արեգակնային էներգետիկայի և հողմաէներգետիկայի ներկա վիճակը և զարգացման հեռանկարները, ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանների ներկա վիճակն աշխարհում և կիրառման հեռանկարները Յայաստանի պայմաններում, վերլուծվել են այդ էլեկտրակայանների պարամետրերի հիմնավորման հարցերը: Թեմայի վերաբերյալ գիտական գրականությունը հետազոտության արդյունքում բացահայտվել են արևահողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմների մոդելավորման և սարքավորումների պարամետրերի օպտիմալացման վերաբերյալ աշխատանքների մի շարք թերույթյուններ, ինչի հիման վրա սահմանվել է ատենախոսության խնդրի դրվածքը և հիմնավորվել է թեմայի արդիականությունը:

Գլուխ 2 - ում իրականացվել է հորիզոնական մակերևույթի վրա ընկնող ուղիղ, ցրված և գումարային արեգակնային ճառագայթների ինտենսիվությունների ժամային արժեքների որոշման միջարք մոդելների (Դեյվիսի - Յեյի, Ջոզեֆսոնի, Իքբալի, Բըրդի, Յանգի, Պսիլոդլույի) վերլուծությունը Յայաստանի չորս աշխարհագրական տեղանքների համար: Ցույց է տրվել, որ ցանկացած տեղանակային պայմանների դեպքում հաշվարկային և դիտարկումների արդյունքում որոշված տվյալների միջև ամենափոքր շեղումը ցուցաբերում է Պսիլոդլույի մոդելը: Յայաստանի պայմաններում հաշվարկի ճշտությունը մեծացնելու նպատակով Պսիլոդլույի մոդելում ներմուծվել են ուղիղ և ցրված արեգակնային ճառագայթների ինտենսիվությունները ճշգրտող գործակիցներ ինչպես ամբողջ Յայաստանի, այնպես էլ դիտարկվող առանձին տեղանքների համար: Ճշգրտող գործակիցների ներմուծումը

հնարավորություն է տալիս ուղիղ, ցրված և գումարային արեգակնային ճառագայթների ինտենսիվություններին ամավելիագույն շեղումներն իրական արժեքներից հասցնել, համապատասխանաբար, 21, 19 և 8%: Ստացված արդյունքների հիման վրա հեղինակի կողմից մշակվել է մեթոդիկա, որով հնարավոր է որոշել հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ որոշակի անկյան տակ տեղադրված ֆոտոէլեկտրական մոդուլի լուսընկալող մակերևույթի վրա ընկնող ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած արեգակնային ճառագայթման ինտենսիվություններին արժեքները մեծ ճշտությամբ:

Քանի որ հողմաէլեկտրական տեղակայանքի արտադրած հզորության ճշգրիտ գնահատման համար անհրաժեշտ է ունենալ քամու արագությունները տարվա յուրաքանչյուր ժամվա համար, ուստի որպես էլակետային տվյալներ օգտագործվել են «Հայաստանի հիդրոօդերևույթաբանության և մոնիտորինգի պետական ծառայություն» ՊՈԱԿ - ի տրամադրած տվյալները 2005 - 2014 թթ. համար: Այդ տվյալները տրվել են երեք ժամանոց միջակայքերով, որոնք զծային միջարկման միջոցով մշակվել և միջինացվել են տարվա յուրաքանչյուր ժամվա համար: Միջինացված ժամային արագությունները հողմաէլեկտրական տեղակայանքի աշտարակի h_T բարձրության վրա որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

$$V_{m,i} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(k_o \cdot V_i(h_f)^3 \cdot \left(\frac{h_T}{h_f} \right)^\alpha \right) \right)^{1/3}, \quad (1)$$

որտեղ k_o -ն տեղանքի բացությունն աստիճանն է, h_f - ը` անեմոմետրի ֆլյուգերի բարձրությունը, 10 մ, $V_i(h_f)$ - ն` հողմի արագությունն այդ բարձրության վրա, իսկ α պարամետրի որոշման համար կիրառվել է ստորև ներկայացված բանաձևը, որը կապ է հաստատում α պարամետրի և հողմի արագության միջև գիշերային և ցերեկային ժամերին.

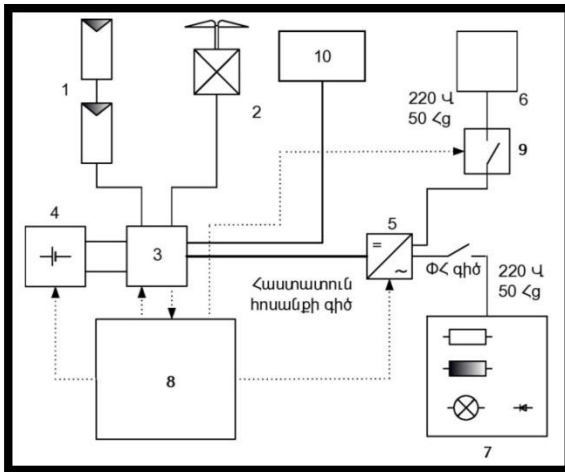
$$\alpha = a - b \log_{10} V(h_f), \quad (2)$$

որտեղ g երեկային ժամերին a և b պարամետրերի տիպային արժեքները $0,11$ և $0,061$ են, իսկ q շերային ժամերին՝ $0,38$ և $0,209$:

Այնուհետև իրականացվել է արեգակնային և հողմային էներգամեսուրսների փոխլրացման գնահատում Σ այստանի պայմաններում:

Գլ ու խ 3 - ու մ մշակվել են գյուղական սպառողների օրական էլեկտրական բեռի գրաֆիկների հաշվարկման մեթոդ և \$ նոտ էլեկտրական մոդուլի աշխատանքը բնութագրող մաթեմատիկական մոդել, առաջարկվել են արևահողմային էլեկտրակայանների սարքավորումների աշխատանքը բնութագրող մաթեմատիկական մոդելներ, իրականացվել է ինքնավար և ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմների մաթեմատիկական մոդելավորումը:

Ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանի սարքավորումների միացման սխեման ներկայացված է նկ. 1 - ու մ: Կետագծերով ներկայացված են ավտոմատ կառավարման բլոկի և դրա միջոցով կառավարվող սարքավորումների միջև կապերը:



Նկ. 1. Ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանի սարքավորումների միացման սխեման. 1. \$ նոտ էլեկտրական տեղակայանք, 2. հողմաէլեկտրական տեղակայանք, 3. մարտկոցներ, 4. մարտկոցների լիցքավորման կարգավորիչ (կամ կարգավորիչներ), 5. ինվերտոր

(4) ամիսնվերտորներինխուլմբ), 6.պահուստային գեներատոր, 7.ավելցուկայինհզորության սպառիչ, 8.ավտոմատկառավարմանբլոկ

N_m^S թվով հաջորդաբար և N_m^P թվով գուգահեռ \$ նոտելեկտրական մոդուլներինց կազմված տեղակայանքի (\$էՏ) արտադրած հզորութունը տարվա i - րդ ժամվա ընթացքում որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$P_{PV_i} = N_m^S \cdot N_m^P \cdot P_{m_i} \cdot \eta_{MPPT} \cdot \eta_{oth}, \quad (3)$$

որտեղ P_{m_i} - ն \$ նոտելեկտրական մոդուլի արտադրած հզորություննէ տարվա i - րդ ժամվա ընթացքում, η_{MPPT} - ն՝ առավելագույն հզորության ստացման սարքավորման՝ Լիցքավորման կարգավորչի ՕԳԳ - ն, η_{oth} - ն՝ այլ կորուստները (մալուխներին դիմադրության, փոշու, ձյան և այլնի հետևանքով) հաշվի առնող գործակիցը:

\$ նոտելեկտրական մոդուլի արտադրած հզորությունը որոշվել է ըստ նրա աշխատանքը բնութագրող մաթեմատիկական մոդելի, որը մշակվել է մոդուլին հասնող և մոդուլից հեռացող ջերմային հոսքերի հաշվեկշռի հիման վրա: Մշակված մաթեմատիկական մոդելն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\left\{ \begin{aligned} P_m(t, \beta, I) &= S_m \cdot (I'_{d, \beta} + I'_{dif, \beta} + I'_{g, \beta}) \cdot \eta_m(t) \\ \eta_m(t) &= \frac{\eta_c(t)}{\eta_{c, ref}} \cdot \eta_{m, ref} \\ \eta_c(t) &= \eta_{c, ref} \cdot [1 - \beta_{ref} \cdot (T_c - T_{c, ref})] \\ \eta_c(t) &= \frac{I_{ab}^{gl, EVA} + I_{tr} \cdot \alpha_c + \sigma \cdot \epsilon_S \cdot T_S^4 + \sigma \cdot \epsilon_G \cdot T_a^4}{2I_{tr} \cdot \alpha_c} + \\ &+ \frac{2\alpha_K \cdot (T_c - T_a) + \sigma \cdot \epsilon_F \cdot T_c^4 + \sigma \cdot \epsilon_B \cdot T_c^4}{2I_{tr} \cdot \alpha_c} = 0 \\ T_c^{min} &\leq T_c \leq T_c^{max} \\ I_{tr} &= \tau_d \cdot I'_{d, \beta} + \tau_{dif} \cdot I'_{dif, \beta} + \tau_g \cdot I'_{g, \beta} \\ I_{ab}^{gl, EVA} &= \alpha_d \cdot I'_{d, \beta} + \alpha_{dif} \cdot I'_{dif, \beta} + \alpha_g \cdot I'_{g, \beta} \end{aligned} \right. \quad (4)$$

որտեղ $\eta_{c, ref}$, β_{ref} և $T_{c, ref}$ - ը \$ է - ի, համապատասխանաբար, ՕԳԳ - ն է, հզորության ջերմաստիճանային

գործակիցը և ջերմաստիճանը անվանական աշխատանքային պայմաններում, $\eta_c(t)$ և $\eta_m(t)$ - ն, համապատասխանաբար, $\$E$ - ի և մոդուլի ՕԳԳ - երը աշխատանքային պայմաններում, $I'_{d,\beta}$, $I'_{dif,\beta}$ և $I'_{g,\beta}$ - ն հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ β անկյան տակ թեքված մոդուլի լուսընկալող մակերևույթին ընկնող, համապատասխանաբար, ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած ճառագայթներին տեսնվող յոլենները, S_m - ը՝ մոդուլի լուսընկալող մակերևույթի մակերեսը, $I_{ab}^{gl,EVA}$ - ը՝ մոդուլի պաշտպանիչ շերտում կլանված արեգակնային ճառագայթման հոսքի խտությունը, I_{tr} - ը՝ պաշտպանիչ շերտի միջով թափանցած լրիվ արեգակնային ճառագայթման հոսքի խտությունը, α_c - ն՝ $\$E$ - ի արդյունավետ օպտիկական կլանման գործակիցը, τ_d , τ_{dif} և τ_g - ն՝ պաշտպանիչ շերտի օպտիկական թափանցելիության գործակիցները, համապատասխանաբար, ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած ճառագայթների համար, α_d , α_{dif} և α_g - ն՝ պաշտպանիչ շերտի օպտիկական կլանման գործակիցները, համապատասխանաբար, ուղիղ, ցրված և գետնից անդրադարձած ճառագայթների համար, T_c - ն՝ $\$E$ - ի, ջերմաստիճանը աշխատանքային պայմաններում, ε_S , ε_G , ε_F և ε_B - ն համապատասխանաբար, երկնքի, գետնի մակերևույթի, մոդուլի առաջնամասի և ետնամասի սևությունը, T_S և T_a - ն, համապատասխանաբար, երկնակամարի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանները, σ - ն՝ Ստեֆան - Բոլցմանի հաստատունը, α_K - ն՝ կոնվեկցիայի գործակիցը:

Այս մաթեմատիկական մոդելի միջոցով որոշվել է ք. Երևան, Ճարավ Աղբյուր 49/3 հասցեում «ՕՐՄ» ՍՊԸ - ի կողմից տեղադրված $\$$ նոտել եկտրական կայանի արտադրած հզորությունը և էներգիան տարվատարբերօրերին: Կառուցված $\$$ նոտել եկտրական կայանի արտադրած ժամային հզորությունը տեսակնորեն որոշված արդյունքից ամպլեվազում շեղումը կազմել է 7%:

Հողմաէլեկտրական տեղակայանքի արտադրած հզորությունը հողմահոսի

ցանկացած V արագությունն դեպքում որոշվել է հետևյալ ձևով՝

$$P_w(V) = \begin{cases} N_w \cdot P_w^r \cdot (V^k - V_c^k) / (V_r^k - V_c^k) & V \in [V_c; V_r] \\ N_w \cdot P_w^r & V \in [V_r; V_{\max}] , \\ 0 & V \in (0; V_c) \cup (V_{\max}; +\infty) \end{cases} \quad (5)$$

որտեղ k գուցիչը հողմաէներգետիկական հաշվարկներում սովորաբար ընդունվում է 2, իսկ N_w - ն հողմաէլեկտրական գեներատորների քանակն է P_w^r - ն՝ 1 հատ հողմաէլեկտրական գեներատորի անվանական հզորությունը, V_c , V_r և V_{\max} - ը՝ հողմաէլեկտրական գեներատորի, համապատասխանաբար, թողարկման, հաշվարկային և առավելագույն թույլատրելի արագությունները:

Մարտկոցների խմբի աշխատանքը բնութագրող մաթեմատիկական մոդելում հաշվի են առնվել տեղակայման վայրի ջերմաստիճանից կախված դրանց ունակությունն փոփոխությունները, ինքնալիցքաթափման երևույթի ազդեցությունը, ինչպես նաև լիցքավորման և լիցքաթափման ռեժիմներում մարտկոցների սեղմակների միջև և արումների փոփոխությունները՝ դրանց լիցքավորվածությունն և լիցքավորման և լիցքաթափման հոսանքներից կախված: Մարտկոցների խմբի ունակությունը, միջավայրի ջերմաստիճանից կախված, որոշվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$C_t^b = n_b^p \cdot C_{25}^b \cdot (1 + k_b^t \cdot (t - 25)), \quad (6)$$

որտեղ n_b^p - ն գուգահեռ միացված մարտկոցների քանակն է, C_{25}^b - ն՝ միավոր մարտկոցի անվանական ունակությունը, k_b^t - ն՝ մարտկոցի ունակության ջերմաստիճանային գործակիցը, որը տրվում է արտադրողների կողմից:

Մարտկոցների խմբի աշխատանքային ռեժիմը որոշվում է մարտկոցների խմբի լիցքավորվածությունն և վիճակով՝

$$SOC_{i+1} = SOC_i \cdot (1 - \sigma_i) + \frac{I_i^b \cdot \Delta t \cdot \eta_i^b}{C_i^b}, \quad (7)$$

որտեղ SOC_i - ն և SOC_{i+1} - ը մարտկոցների խմբի լիցքավորվածությունը i և $i+1$ հաշվարկային միջակայքերում, σ_i - ն՝ ինքնալիցքաթափման գործակիցը 1 ժամում, I_i^b - ն մարտկոցների խմբի հոսանքը, Δt ժամ, η_i^b - ն՝ մարտկոցների խմբի արդյունավետության գործակիցը, որը լիցքաթափման ռեժիմում 1 է, իսկ լիցքավորման ռեժիմում որոշվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$\eta_{ch_i}^b = 1 - \exp \left[\frac{20,73 \cdot (SOC_i - 1)}{\frac{I_{ch_i}^b}{I_{10}} + 0,55} \right], \quad (8)$$

որտեղ $I_{ch_i}^b$ - ն մարտկոցների խմբի լիցքաթափման հոսանքն է i հաշվարկային միջակայքում, I_{10} - ն՝ մարտկոցների խմբի 10 - ժամանոց լիցքավորման հոսանքը:

Մարտկոցների խմբի հոսանքը որոշվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$I_i^b = \left(\frac{P_{PV_i}}{U_i^b} + \frac{P_{W_i}}{U_i^b} - \frac{P_{L_i}}{U_i^b \cdot \eta_{inv_i}} \right) \cdot \eta_{cont_i}, \quad (9)$$

որտեղ P_{L_i} - ն սպառիչների հզորության պահանջարկն է i հաշվարկային միջակայքում, U_i^b - ն՝ մարտկոցների խմբի լարումը նույն ժամանակահատվածում, η_{inv_i} և η_{cont_i} - ն, համապատասխանաբար, ինվերտորի և լիցքավորման կարգավորչի ՕԳԳ - ները նույն ժամանակահատվածում:

Մարտկոցների խմբի լարումը որոշվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$U_i^b = U_{b,i}^{OC} + R_{b,in}^i \cdot I_i^b, \quad (10)$$

որտեղ $U_{b,i}^{OC}$ և $R_{b,in}^i$ - ն, համապատասխանաբար, մարտկոցների խմբի պարապրնթացքի լարումն է և ներքին դիմադրությունը:

Ինվերտորի կամ ինվերտորների խմբի աշխատանքը մոդելավորվել է հաշվի առնելով դրա բեռնվածությունը և նիցարոյու և նավետությունը և կախվածությունը՝

$$\eta_{inv}^{\perp} = \left[1 + \frac{1}{\frac{4\eta_{inv,r}}{(1-\eta_{inv,r})^2} \cdot \frac{P_{L_i}}{25 \cdot P_{inv,r}}} + \frac{\frac{P_{L_i}}{25 \cdot P_{inv,r}}}{0,5 - \frac{P_{L_i}}{25 \cdot P_{inv,r}} + \sqrt{0,25 - \frac{P_{L_i}}{25 \cdot P_{inv,r}}}} \right]^{-1}, \quad (11)$$

$$\eta_{inv_i}^{\square} = \frac{\eta_{inv}^{\perp}}{1,23 - 0,23 \cdot \eta_{inv}^{\perp}}, \quad (12)$$

որտեղ $\eta_{inv,r}$ - ը ինվերտորի անվանական ՕԳԳ - ն է, $P_{inv,r}$ - ը՝ ինվերտորի անվանական հզորությունը, η_{inv}^{\perp} - ը՝ ինվերտորի ՕԳԳ - ն հաստատուն և ևարումը փոփոխական ուղղանկյուն և ևարման փոխակերպելու դեպքում, $\eta_{inv_i}^{\square}$ - ը՝ ինվերտորի ՕԳԳ - ն հաստատուն և ևարումը փոփոխական սինուսոիդական և ևարման փոխակերպելու դեպքում:

Պահուստային էլեկտրական գեներատորի աշխատանքի մոդելավորումն իրականացվել է հետևյալ արտահայտության միջոցով՝

$$\bar{V}_i = a \cdot P_{g_i} + b, \quad (13)$$

որտեղ P_{g_i} - ն պահուստային գեներատորի բեռնվածքն է, a և b - ն՝ ռեգրեսիայի գործակիցները:

Արևահողմային էլեկտրակայանի աշխատանքային ռեժիմները մոդելավորվել են հետևյալ երեք տարբերակների դեպքում.

1. Ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայան:

2. Արևահողմային էլեկտրակայանը էլեկտրական ցանցին միացված է ինվերտորի միջոցով, և նրա կազմում ընդգրկված են մարտկոցներ:

3. Արևահողմային էլեկտրակայանը միացված է էլեկտրական ցանցին ինվերտորի միջոցով, և նրա արտադրած ավելցուկային էներգիան տրվում է ցանցին, իսկ էլեկտրաէներգիայի պակասորդը ևրացվում է ցանցի հաշվին:

Արևահողմային էլեկտրակայանի հնարավոր աշխատանքային ռեժիմները որոշելու համար կազմվել է հզորությունների հոսքերի հավասարումը .

$$P_{re_i} - P_i = (P_{PV_i} + P_{W_i}) - (P_{L_i} / \eta_{inv_i}^{\square}): \quad (14)$$

որտեղ P_{re_i} - ն ֆոտոէլեկտրակայանի հողմային էլեկտրակայան տեղակայանքների արտադրած միջին ժամային էլեկտրակայան հզորությունների գումարն է, P_i - ն՝ սպառիչների P_{L_i} հզորության պահանջարկը բավարարելու համար ինվեստորի մուտքային անհրաժեշտ հզորությունը :

Ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանի աշխատանքային ռեժիմները կախված են $P_{re_i} - P_i$ տարբերությունից և մարտկոցների խմբի լիցքավորվածությունից և վիճակից հետևյալ ձևով .

- եթե $P_{re_i} = P_i$ ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square}$,

- եթե $P_{re_i} > P_i$ և $SOC_i = SOC_{max}$, ապա $P_{L_i} = (P_{re_i} - P_{DL_i}) \cdot \eta_{inv_i}^{\square}$,

- եթե $P_{re_i} > P_i$ և $SOC_{min} < SOC_i < SOC_{max}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} \cdot (1 - p)$,

$P_{ch_i}^b = P_{re_i} \cdot p \cdot \eta_{cont}$: Եթե $I_{ch_i}^b > I_{max}^b$, մարտկոցների ուղղված էլեկտրակայան հզորությունը սահմանափակվում է ,

- եթե $P_{re_i} < P_i$ և $SOC_{min} < SOC_i \leq SOC_{max}$, ապա $P_i = P_{re_i} + P_{disch_i}^b$

, $P_{disch_i}^b = (P_i - P_{re_i}) / \eta_{cont}$: Եթե $I_{disch_i}^b > I_{max}^b$, ապա մարտկոցների միջոցով սպառիչներին մատակարարվող էլեկտրակայան հզորությունը սահմանափակվում է , իսկ հզորության պակասորդը ծածկվում է պահուստային էլեկտրակայան գեներատորի արտադրած հզորության հաշվին . $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} + P_{g_i}$,

- եթե $P_{re_i} < P_i$ և $SOC_i = SOC_{min}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} + P_{g_i}$,

$$P_{g_i} = P_{L_i} - P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square}$$

որտեղ $SOC_{max} = 1$ մարտկոցների առավելագույն հնարավոր լիցքավորվածությունից և SOC_{min} - ը՝ լիցքավորվածությունից նվազագույն վիճակը, p - ն ֆոտոէլեկտրակայան և

հոդմա էլեկտրական տեղակայանքների արտադրած հզորություն ամսնաբաժինը, որը ծախսվում է մարտկոցների լիցքավորման վրա, I_{\max}^b - ը՝ մարտկոցների խմբի առավելագույն թույլատրելի հոսանքը, $P_{ch_i}^b$ - ն և $P_{disch_i}^b$ - ն՝ մարտկոցների խմբի լիցքավորման և լիցքաթափման հզորությունները, P_{g_i} - ն՝ պահուստային գեներատորի արտադրած հզորությունը:

Մարտկոցներով ցանցին միացված արևահոդմային էլեկտրակայանի աշխատանքային ռեժիմները կախված են $P_{re_i} - P_{l_i}$ տարբերությունից և մարտկոցների խմբի լիցքավորվածության վիճակից հետևյալ ձևով.

- եթե $P_{re_i} = P_{l_i}$ ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square}$,

- եթե $P_{re_i} > P_{l_i}$ և $SOC_i = SOC_{\max}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} \cdot (1-l)$,

$$P_{out_i}^n = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} \cdot l,$$

- եթե $P_{re_i} > P_{l_i}$ և $SOC_{\min} < SOC_i < SOC_{\max}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} (1-l)$

, $P_{ch_i}^b = P_{re_i} \cdot p \cdot \eta_{cont}$: Եթե $I_{ch_i}^b > I_{\max}^b$, մարտկոցներին ուղղված էլեկտրական հզորությունը սահմանափակվում է, իսկ ավելցուկային հզորությունը տրվում է ցանցին՝ $P_{out_i}^n = (P_{re_i} - P_{ch_i}^{b,\max}) \cdot \eta_{inv_i}^{\square} - P_{L_i}$,

- եթե $P_{re_i} < P_{l_i}$ և $SOC_{\min} < SOC_i \leq SOC_{\max}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} + P_{disch_i}^b \cdot \eta_c$

, $P_{disch_i}^b = (P_{l_i} - P_{re_i}) / \eta_{cont}$: Եթե $I_{disch_i}^b > I_{\max}^b$, ապա մարտկոցների միջոցով սպառիչներին մատակարարվող էլեկտրական հզորությունը սահմանափակվում է, իսկ հզորության պակասորդը ծածկվում է ցանցի միջոցով՝ $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} + P_{in_i}^n$,

- եթե $P_{re_i} < P_{l_i}$ և $SOC_i = SOC_{\min}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} + P_{in_i}^n$,

$$P_{in_i}^n = P_{L_i} - P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square},$$

որտեղ $P_{in_i}^n$ - ն և $P_{out_i}^n$ - ն՝ սպառիչների ցանցից ստացած և կայանից ցանցին տրված հզորություններն են:

Առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի աշխատանքային ռեժիմները կախված են $P_{re_i} - P_{l_i}$ տարբերություններից:

- եթե $P_{re_i} = P_{l_i}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square}$,
- եթե $P_{re_i} > P_{l_i}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} \cdot (1-l)$, $P_{out_i}^n = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} \cdot l$,
- եթե $P_{re_i} < P_{l_i}$, ապա $P_{L_i} = P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square} + P_{in_i}^n$, $P_{in_i}^n = P_{l_i} - P_{re_i} \cdot \eta_{inv_i}^{\square}$:

Գլուխ 4 - ում մշակվել են գյուղական արևահողմային էլեկտրակայանների սարքավորումների պարամետրերի հիմնավորման մեթոդիկանալ գործիք: Գյուղական արևահողմային էլեկտրակայանների սարքավորմաների պարամետրերը ինքնավար, մարտկոցների ցանցին միացված և առանց մարտկոցների ցանցին միացված տարբերակների դեպքում որոշվել են նպատակային Φ նկատարի նվազարկմամբ: Նպատակային Φ նկատարի արևահողմային էլեկտրակայանի շահագործման ժամանակահատվածում գումարային բերված ծախսերն են:

Տարբերակներից J ուրաքանչյուրի դեպքում նպատակային Φ նկատարի հետևյալ տեսքը.

- ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանի համար՝

$$PC_{\Sigma,SA}^{PV/wind} = F(N_m, P_w, n_b, SOC_{min}) \rightarrow \min, \quad (15)$$

- մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի համար՝

$$PC_{\Sigma,net}^{PV/wind/lb} = F(N_m, P_w, n_b, SOC_{min}) \rightarrow \min, \quad (16)$$

- առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի համար՝

$$PC_{\Sigma,net}^{PV/wind} = F(N_m, P_w) \rightarrow \min: \quad (17)$$

(15) և (16) Φ նկատարներն օպտիմալացնող պարամետրերն են՝ Φ նոտ էլեկտրակայան մոդուլների քանակը՝ N_m , h առ, մարտկոցների քանակը՝ n_b , h առ, մարտկոցների լիցքավորվածությունը՝ SOC_{min} , հողմաէլեկտրակայան մակարդակը՝ SOC_{min} , հողմաէլեկտրակայան

տեղակայանքի տեղակայված հզորությունը՝ P_w ,
 $44տ$, իսկ (17) Φ ունկցիան օպտիմալացնող
 պարամետրերը՝ Φ ոտոելեկտրական մոդուլներին
 քանակը՝ N_m , $hատ$, հողմաելեկտրական

տեղակայանքի տեղակայված հզորությունը՝ P_w ,
 $44տ$: (15), (16) և (17) Φ ունկցիաների նվազարկման դեպ-
 քում ցանկացած պահի ապահովվում է
 էլեկտրամատակարարման 100% հուսալիություն
 մակարդակ: Ինքնավար և մարտկոցներով ցանցին
 միացված արևահողմային էլեկտրակայաններին
 դեպքում վերականգնվող էներգիայով էլեկտ-
 րամատակարարման խափանման
 հավանականությունը չպետք է գերազանցի
 ցանկալի մեծությունը, իսկ առանց
 մարտկոցների ցանցին միացված արևա-
 հողմային էլեկտրակայանի դեպքում՝
 էլեկտրաէներգիայի տարեկան արտադրանքը
 պետք է լինի տարեկան սպառվող
 էլեկտրաէներգիայի քանակից ոչ պակաս:
 Օպտիմալացնող պարամետրերի և
 վերականգնվող էներգիայով էլեկտրա-
 մատակարարման խափանման հավանականու-
 թյանը (LPS) վրա դրված սահմանափակումները
 հետևյալն են՝

$$N_m^{\min} \leq N_m \leq N_m^{\max}, P_w^{\min} \leq P_w \leq P_w^{\max}, n_b^{\min} \leq n_b \leq n_b^{\max}, \quad (18)$$

$$0,2 \leq SOC_{\min} \leq 0,8, LPS \leq LPS_d,$$

որտեղ N_m^{\min} և n_b^{\min} - ը, համապատասխանաբար,
 Φ ոտոելեկտրական մոդուլներին և մարտ-
 կոցների նվազագույն քանակություններն են,
 N_m^{\max} և n_b^{\max} - ը, համապատասխանաբար,
 Φ ոտոելեկտրական մոդուլներին և մարտկոց-
 ների առավելագույն քանակությունները, P_w^{\min} և
 P_w^{\max} - ը՝ հողմաելեկտրական տեղակայանքի
 հզորությունների նվազագույն և
 առավելագույն արժեքները, LPS_d - ն՝
 վերականգնվող էներգիայով
 էլեկտրամատակարարման խափանման ցանկալի
 հավանականությունը:

Արևահողմային էլեկտրակայանի
 շահագործման ժամանակահատվածում գումարա-

յիս բերված ծախսերը որոշվել են հետևյալ բանաձևերով՝
 - ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանի համար՝

$$PC_{\Sigma,SA}^{PV/wind} = K_{\Sigma,SA}^{PV/wind} + \sum_{t=1}^{LT} \frac{C_{t,SA}^{PV/wind} \cdot (1+inf)^t}{(1+r)^t}, \quad (19)$$

- մարտկոցներով ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի համար՝

$$PC_{\Sigma,net}^{PV/wind/b} = K_{\Sigma,net}^{PV/wind/b} + \sum_{t=1}^{LT} \frac{C_{t,net}^{PV/wind/b} \cdot (1+inf)^t}{(1+r)^t}, \quad (20)$$

- առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի համար՝

$$PC_{\Sigma,net}^{PV/wind} = K_{\Sigma,net}^{PV/wind} + \sum_{t=1}^{LT} \frac{C_{t,net}^{PV/wind} \cdot (1+inf)^t}{(1+r)^t}, \quad (21)$$

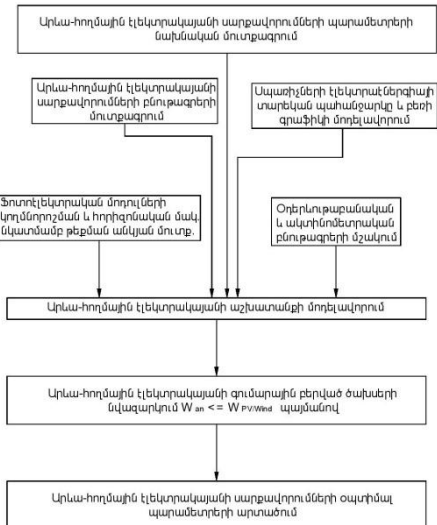
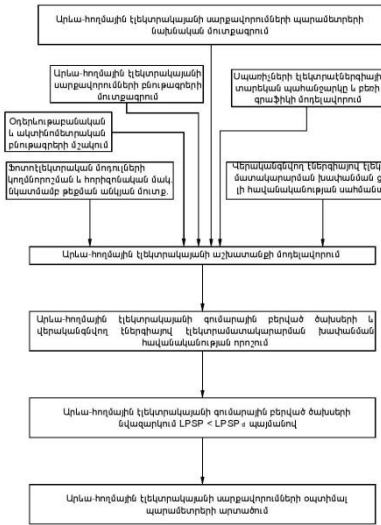
որտեղ $K_{\Sigma,SA}^{PV/wind}$, $K_{\Sigma,net}^{PV/wind/b}$ և $K_{\Sigma,net}^{PV/wind}$ - ն, համապատասխանաբար, ինքնավար, մարտկոցներով ցանցին միացված և առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների կառուցման կապիտալ ծախսերն են, $C_{t,SA}^{PV/wind}$, $C_{t,net}^{PV/wind/b}$

և $C_{t,net}^{PV/wind}$ - ն, ինքնավար, մարտկոցներով ցանցին միացված և առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների սարքավորումների տարեկան շահագործման ու պահպանման ծախսերը, LT - ն՝ էլեկտրակայանի ծառայություն ժամկետը, t - ն՝ հաշվարկային տարվին, r - ը՝ զեղչման դրոշմային արժեքը:

Արևահողմային էլեկտրակայանի կապիտալ ծախսերը որոշվել են որպես սարքավորումների ձեռքբերման, փոխադրման և շինարարական - մոնտաժային ծախսերի գումար: Էլեկտրակայանի տարեկան շահագործման և պահպանման ծախսերը որոշվել են որպես էլեկտրակայանի սարքավորումների փոխարինման, վառելիքի և աշխատավարձի ծախսերի գումար: Ինքնավար և մարտկոցներով ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմների մոդելավորման և սարքավորումների օպտիմալ պարամետրերի որոշման ալգորիթմը ներկայացված է նկ. 2 ա) - ում, իսկ առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի աշխատ-

տանքային ռեժիմների մոդելավորման և սարքավորումների օպտիմալ պարամետրերի որոշման ալգորիթմը՝ նկ. 2բ) - ում: Ինքնավար արևահողմային էլեկտրակայանի դեպքում որոնելի պարամետրերն են՝ \$n\$ տոելեկտրական մոդուլների, մարտկոցների և լիցքավորման կարգավորիչների քանակները, մարտկոցների նվազագույն լիցքավորվածության վիճակը, հողմաէլեկտրական գեներատորների և ինվերտորների հզորություններն ու քանակները, պահուստային էլեկտրական գեներատորի հզորությունն ու վառելիքի տարեկան ծախսը, մարտկոցներով ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի դեպքում՝ \$n\$ տոելեկտրական մոդուլների, մարտկոցների և լիցքավորման կարգավորիչների քանակները, մարտկոցների նվազագույն լիցքավորվածության վիճակը, հողմաէլեկտրական գեներատորների և ինվերտորների հզորություններն ու քանակները, առանց մարտկոցների ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանի դեպքում՝ \$n\$ տոելեկտրական մոդուլների և լիցքավորման կարգավորիչների քանակները, հողմաէլեկտրական գեներատորների և ինվերտորների հզորություններն ու քանակները:

Մշակված մեթոդիկան և ալգորիթմերն իրացվել են **Matlab** և **Excel** ծրագրային միջավայրերում 3այաստանի չորս աշխարագրական տեղանքների համար: Նկարագրված մեթոդիկայով որոշվել են նաև ինքնավար, մարտկոցներով ցանցին միացված և առանց մարտկոցների ցանցին միացված \$n\$ տոելեկտրական կայանների սարքավորումների օպտիմալ պարամետրերը:



ա) բ)

Նկ.2. Արև-հողմային էլեկտրակայանների խաչաձևման և օպտիմալ պարամետրերի որոշման ալգորիթմերը

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ՈՒ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

1. Բացահայտվել է արև-հողմային էլեկտրակայանների հետազոտման և դրանց սարքավորումների պարամետրերի հիմնավորման մեթոդիկայի մշակման անհրաժեշտությունը ճանապարհորդության և էլեկտրակայանի սարքավորման համար այդպիսի էլեկտրակայանների տեխնիկատնտեսական արդյունավետությունը գնահատելու և պատասխանատվության հարցում:

2. Մշակվել է հորիզոնական մակերևույթի նկատմամբ անփոփոխանկյան տակ տեղադրված ֆոտոէլեկտրակայանի մոդուլի լուսքննալուծման մակերևույթի վրա ընկնող ուղիղ, ցրված և գետնի մակերևույթից անդրադարձած արեգակնային ճառագայթների ինտենսիվությունների արժեքների որոշման մեթոդիկա:

3.Մշակվել է միաբյուրեղ սիլիցիումային ֆոտոէլեկտրական մոդուլի աշխատանքը բնութագրող նոր մաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն է տալիս որոշել մոդուլի ջերմաստիճանը, արդյունավետությունը և արտադրած հզորությունը՝ ըստ մոդուլի բնութագրերի, նրա տեղակայման վայրի ջերմաստիճանի, քամու արագության և ընկնող արեգակնային ճառագայթների պարամետրերի:

4.Մշակվել են գյուղական ինքնավար և ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմները բնութագրող մաթեմատիկական մոդելներ, որոնք հաշվի են առնում մարտկոցների խմբի լիցքավորման արդյունավետության գործակցի փոփոխությունները՝ կախված լիցքավորվածության վիճակից և լիցքավորման հոսանքից, մարտկոցների տեղակայման վայրի ջերմաստիճանի փոփոխությունները և ինքնալիցքաթափման երևույթի ազդեցությունը մարտկոցների խմբի ունակության վրա, մարտկոցների սեղմակների միջև և արման փոփոխությունները, ինչպես նաև ինվերտորի արդյունավետության և նրա բեռնվածությունների կախվածությունը:

5.Մշակվել են գյուղական ինքնավար և ցանցին միացված արևահողմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմների մոդելավորման ու սարքավորումների պարամետրերի հիմնավորման մեթոդիկա, ալգորիթմ և այդ ալգորիթմի իրացման ծրագիր «Microsoft Excel» ծրագրային միջավայրում:

6.Կատարվել է Հայաստանի մի շարք գյուղական բնակավայրերում արևահողմային էլեկտրակայանների ներդրման տնտեսական արդյունավետության գնահատում:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐՆՈՒ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԵՆ ՀԵՏԵՎՅԱԼ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐՈՒՄ

1. Աթոյան Վ.Վ., Հովհաննիսյան Հ.Հ. Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրներով ինքնավար հիբրիդային էներգետիկական համակարգեր // ՀԱԼ րաբեր. - 2015. - Հ. 12, № 2. - Էջ 270-275:

2. Атоян В.В., Оганнисян А.А., Геворгян С.Г. Анализ моделей интенсивности солнечного излучения для условий Республики Армения // Вестник Национального политехнического университета Армении. Электротехника, Энергетика. - 2016. - No. 1. - С. 78-84.

3. **Оганнисян А.А.** Методика определения производства мощности и электрической энергии солнечного фотоэлектрического модуля для условий Армении // Вестник инженерной академии Армении.- 2017.- Том 14, № 1.- С. 70-75.

ОГАННИСЯН АЙК АЙРАПЕТОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЛЬСКИХ АВТОНОМНЫХ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВЫХ СТАНЦИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ В УСЛОВИЯХ АРМЕНИИ

РЕЗЮМЕ

Основной причиной широкого развития энергетики является рост потребления энергии. С развитием сферы энергетики сформированы мощные энергетические системы, которые обеспечивают высокие экономические показатели, надежное электроснабжение и высокое качество электроэнергии. Создание таких мощных систем приводит к дополнительным проблемам, связанным с управлением надежностью и безопасностью.

Использование возобновляемых и альтернативных источников энергии является одним из основных направлений решения глобальных проблем энергетической безопасности и охраны окружающей среды. В последнее время во всем мире развивается новое направление энергетики - микроэнергетика, в частности - солнечная энергетика и ветроэнергетика малой мощности. Внедрение солнечных, ветровых и гибридных солнечно-ветровых электростанций малой мощности, предназначенных для сельских потребителей Армении, позволит решить проблему надежности электроснабжения и повысить уровни энергетической безопасности и независимости.

Многочисленные научные работы посвящены обоснованию параметров оборудования и моделированию режимов работы солнечно-ветровых электростанций, в которых, тем не менее, имеются некоторые недостатки. В частности, не рассматриваются особенности работы фотоэлектрических модулей при актинометрических и синоптических условиях в местах их установления; КПД инвертора принимается постоянным; математические модели группы аккумуляторов не учитывают зависимость емкости от температуры в местах установки аккумуляторов, влияние явления саморазряда на емкость группы аккумуляторов, изменения напряжения между клеммами группы аккумуляторов в зависимости от их степени заряда и тока. Кроме того, при моделировании работы солнечно-ветровых электростанций минимальная степень заряда группы аккумуляторов принимается постоянной, и суммарные приведенные затраты рассчитываются с учетом такого допущения. Однако минимальная степень заряда группы аккумуляторов тоже является оптимизирующим параметром. Таким образом, возникает необходимость развития математических моделей работы основного оборудования солнечно-ветровых электростанций, что позволит разработать методику обоснования параметров оборудования солнечно-ветровых электростанций и оценить технико-экономическую эффективность от внедрения таких станций.

Цель и основные задачи исследования. Цель диссертационной работы - исследование солнечно-ветровых электростанций, разработка методики обоснования параметров их оборудования и оценка экономической эффективности их внедрения для электроснабжения сельских потребителей Армении.

Для достижения намеченной цели в диссертационной работе были поставлены и решены следующие **задачи**:

- разработана методика определения суточных графиков потребления электрической энергии сельских потребителей;
- разработана методика определения интенсивностей прямого, диффузного и отраженного от поверхности земли солнечного излучений, поступающих на световоспринимающую поверхность фотоэлектрического модуля, установленного постоянным углом к горизонтальной поверхности;
- определены почасовые значения скорости ветра в местах, предназначенных для установления ветроэнергетической установки;
- оценены возможности взаимодополнения солнечных и ветровых энергоресурсов для условий Армении;
- разработана математическая модель, характеризующая работу фотоэлектрического модуля, которая позволяет определить температуру, КПД и производство мощности в каждый час года в зависимости от технических характеристик модуля, актинометрических и синоптических параметров местности;
- определено количество электроэнергии, произведенной ветроэнергетической установкой в каждый час года;
- разработаны математические модели, характеризующие режимы работы сельских автономных и подключенных к сети солнечно-ветровых электростанций, которые позволяют учитывать особенности их энергетических процессов, а также актинометрические и синоптические характеристики местности, предназначенной для установления станций;
- разработаны методика и алгоритм обоснования параметров оборудования сельских автономных и подключенных к сети солнечно-ветровых электростанций, дана оценка экономической эффективности от внедрения этих электростанций в сельских местностях Армении.

Основные выводы и результаты диссертационной работы:

1. Выявлена необходимость исследования солнечно-ветровых электростанций и разработки методики обоснования параметров их оборудования с целью проведения оценки технико-экономической эффективности этих электростанций для электроснабжения сельских потребителей Армении.

2. Разработана методика определения интенсивностей прямого, диффузного и отраженного от поверхности земли солнечного излучений, поступающих на световоспринимающую поверхность фотоэлектрического модуля, установленного постоянным углом к горизонтальной поверхности.

3. Разработана новая математическая модель, характеризующая работу монокристаллического фотоэлектрического модуля, которая позволяет определить температуру, КПД и производство мощности в каждый час года в зависимости от технических характеристик модуля, актинометрических и синоптических параметров местности.

4. Разработаны математические модели, характеризующие режимы работы сельских автономных и подключенных к сети солнечно-ветровых электростанций, которые учитывают изменения коэффициента эффективности зарядки в зависимости от степени заряда и зарядного тока группы аккумуляторов, изменения температуры в местах их установления и явления саморазряда, изменения напряжения между

клеммами аккумуляторов, а также связь между эффективностью и нагрузкой инвертора.

5. Разработаны методика, алгоритм обоснования параметров оборудования сельских автономных и подключенных к сети солнечно-ветровых электростанций и программа реализации алгоритма в программной среде "Microsoft Excel".

6. Проведена оценка экономической эффективности от внедрения солнечно-ветровых электростанций в некоторых сельских местностях Армении.

HAYK HAYRAPET HOVHANNISYAN

INVESTIGATING THE RURAL STAND-ALONE SOLAR-WIND POWER PLANTS AND SUBSTANTIATING THEIR PARAMETERS UNDER THE CONDITIONS OF ARMENIA

SUMMARY

The main reason for the wide development of energetics is the growth of energy consumption. Along with the development of energetics, powerful systems are formed, providing high economic indicators, reliable electricity supply and high energy quality. However, the creation of such powerful systems leads to additional problems related to the reliability and safety control.

Utilization of renewable and alternative energy sources is one of the main directions for solving the global problems of energy security and environmental protection. Recently, a new trend of energetics has been developed worldwide - micro-energetics, in particular small-scale solar power and wind power. The introduction of solar, wind and hybrid solar-wind power plants of low power intended for rural consumers in Armenia will solve the problem of power supply reliability and increase the levels of energy security and independence.

Numerous scientific works are devoted to justification of the equipment parameters and modeling of the operation modes of solar-wind power plants, in which, however, the peculiarities of the operation of photovoltaic modules are not considered in the actinometric and synoptic conditions in their installation sites, the efficiency of the inverter is assumed to be constant, the mathematical models of the battery group do not take into account the dependence of capacitance on the temperature in the battery installation sites, the effect of the self-discharge phenomenon on the capacity of the battery group, the voltage variation between the terminals of the battery group as a function of their degree of charge and current. In addition, at simulating the operation of solar-wind power plants, the minimum degree of the charge of the battery group is assumed to be constant, and the total presented costs are calculated according to this assumption. However, the minimum degree of the charge is also an optimizing parameter. Thus, a necessity to develop mathematical models for the operation of the main equipment of solar-wind power plants arises, allowing to develop a method for justifying the parameters of the equipment for solar-wind power plants, and to assess the technical and economic efficiency of introducing such plants.

The goal of the dissertation is to investigate solar-wind power plants, to develop a method for justifying the parameters of their equipment, and to assess the economic efficiency of their implementation for electricity supply to rural consumers in Armenia.

The following tasks have been put forward and solved:

- A method for determining the daily graphs of electricity consumption by rural consumers has been developed;
- A technique for determining the intensities of direct, diffuse and reflected from the ground solar irradiances, falling on the light-absorbing surface of the photovoltaic module installed at a constant angle to the horizontal surface has been developed;
- Hourly wind speed values in the designated locations of the wind-power installation are determined;
- The possibilities of complementarity of solar and wind energy resources for Armenia are estimated;
- A mathematical model, describing the operation of the photovoltaic module allowing to determine the temperature, efficiency and power production every hour of the year, depending on the technical characteristics of the module, as well as the actinometric and synoptic parameters of the terrain is developed;
- The amount of electricity produced by the wind power plant every hour of the year is determined;
- Mathematical models, characterizing the operation modes of rural stand-alone and grid-connected solar-wind power plants have been developed which allow to take into account the features of their energy processes, as well as the actinometric and synoptic characteristics of the plant location;
- A method and an algorithm for justifying the parameters of the equipment of rural stand-alone and grid-connected solar-wind power plants are developed, and the economic efficiency of introducing these power plants in rural areas of Armenia is estimated.

The basic results of this work are summarized as follows:

1. The necessity to investigate solar-wind power plants and to develop a method for substantiating their equipment parameters for the purpose of estimating the technical and economic efficiency of these power plants for electricity supply to rural consumers in Armenia is revealed;
2. A technique to determine the intensities of direct, diffuse and reflected from the ground solar irradiances, falling on the light-absorbing surface of the photovoltaic module installed at a constant angle to the horizontal surface is developed;
3. A new mathematical model has been developed that characterizes the operation of a monocrystal photovoltaic module, allowing to determine the temperature, efficiency and power production every hour of the year, depending on the technical characteristics of the module, as well as the actinometric and synoptic parameters of the location;
4. Mathematical models, describing the operation modes of rural stand-alone and grid-connected solar-wind power plants have been developed, taking into account the changes in the charge efficiency factor, depending on the degree of the charge and the charging current of the battery group, the temperature changes in the installation site of the batteries and the phenomenon of self-discharge, the changes in the voltage between the battery terminals, as well as the relationship between the efficiency and the load of the inverter;
5. A method and an algorithm for justifying the parameters of the equipment of the rural stand-alone and grid-connected solar-wind power plants, and a program in the Microsoft Excel environment for implementing the algorithm are developed;
6. The economic efficiency of introducing solar-wind power plants in some rural areas of Armenia is estimated.