

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ**  
**ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА  
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ  
ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ”**

**йўналиши**

**“ҚУЁШ ЭНЕРГЕТИКАСИ”**

**модули бўйича**

**Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**ТОШКЕНТ -2019**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ**  
**ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА  
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ  
ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ**

**йўналиши**

**“ҚУЁШ ЭНЕРГЕТИКАСИ”**

**модули бўйича**

**Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**Тузувчи: т.ф.д., И.А. Юлдашев**

**ТОШКЕНТ - 2019**

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил “2” ноябрдаги 1023- сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

**Тузувчи:** ТДТУ, “Альтернатив энергия манбалари” кафедраси муdiri,  
т.ф.д., И.А. Юлдашев,

**Такризчи:** Ўзбекистон Республикаси ФА, “Физика-Қуёш” ИИЧБ, Физика техника институти т.ф.д., профессор М.Н. Турсунов

Ўқув -услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2019йил 24 сентябрдаги 1- сонли қарори билан фойдаланишга тавсия қилинган.

## МУНДАРИЖА

<b>I. <u>ИШЧИ ДАСТУР</u></b> .....	5
<b>II. <u>МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ</u></b> .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.4
<b>III. <u>НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАРИ</u></b> .....	24
<b>IV. <u>АМАЛИЙ МАШГУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ</u></b> .....	127
<b>V. <u>КЕЙСЛАР БАНКИ</u></b> .....	159
<b>VI. <u>МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ</u></b> .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.64
<b>VII. <u>ГЛОССАРИЙ (GLOSSARY)</u></b> .....	15882
<b>VIII. <u>АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ</u></b> .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.93

## **I. ИШЧИ ДАСТУР**

### **Кириш**

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сон 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли қарорида белгиланган устивор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Ушбу ишчи ўқув дастурда қуёш ва шамол энергетик қурилмалари самарадорлигига ташқи омилларнинг таъсири, қуёш, шамол, биоэнергетик қурилмалар учун ҳудудларни танлаш, лойиҳалаш, уларнинг ресурс кўрсаткичлари, иссиқлик энергиясини аккумуляциялашнинг самарали усуллари, шамол энергиясининг пайдо бўлишининг физик асослари ва улардан фойдаланиш, Ўзбекистоннинг шамолли зоналари, метеостанцияларнинг ўрни, мужассамлаштирилган қуёш коллекторлари ва яққа ҳолдаги газ қозонларининг иссиқ сув таъминоти ва иситиш тизимлари, қайта тикланувчи энергия манбалари асосидаги гибрид қурилмалар, фотоэлектрик станциялар ёрдамида электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнлари, тизимнинг энергетик самарадорликни ошириш усуллари, кичик қувватли автоном фотоэлектрик қурилмалар иш фаолиятини ўрганиш ва уларни ишлатиш ва муқобил энергия манбалари асосидаги энергетик қурилмаларнинг техник –иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

### **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

Қуёш ва шамол энергетик қурилмалари самарадорлигига ташқи омилларнинг таъсири, қуёш, шамол, биоэнергетик қурилмалар учун ҳудудларни танлаш, лойиҳалаш, уларнинг ресурс кўрсаткичлари, иссиқлик энергиясини аккумуляциялашнинг самарали усуллари, шамол энергиясининг пайдо бўлишининг физик асослари, Ўзбекистоннинг шамолли зоналари, қайта тикланувчи энергия манбалари асосидаги гибрид қурилмалар, фотоэлектрик станциялар ёрдамида электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнлари, тизимнинг энергетик самарадорликни ошириш усуллари, кичик қувватли автоном фотоэлектрик қурилмалар иш фаолиятини ўрганиш ва уларни ишлатиш бўйича билим, кўникма ва малакаларини ривожлантириш.

### **Модулнинг вазифалари:**

- Қуёш ва шамол энергетик қурилмалари самарадорлигига ташқи омилларнинг таъсири бўйича маълумотлар бериш;
- биоэнергетик қурилмалар учун ҳудудларни танлаш, лойиҳалаш, иссиқлик энергиясини аккумуляциялашнинг самарали усулларини ўргатиш;
- Ўзбекистоннинг шамолли зоналари, метеостанцияларнинг ўрни, мужассамлаштирилган қуёш коллекторлари ва яқка ҳолдаги газ қозонларининг иссиқ сув таъминоти ва иситиш тизимлари бўйича билимларини шакллантириш;
- қайта тикланувчи энергия манбалари асосидаги гибрид қурилмалар ҳақида маълумотлар бериш;
- фотоэлектрик станциялар ёрдамида электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнлари, тизимнинг энергетик самарадорликни ошириш усуллари билан таништириш;
- кичик қувватли автоном фотоэлектрик қурилмалар иш фаолиятини ўрганиш ва уларни ишлатиш ва муқобил энергия манбалари асосидаги энергетик қурилмаларнинг техник –иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш йўлларини ўргатиш.

### **Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар**

#### **Тингловчи:**

- Жаҳон ва Ўзбекистон Ремпубликаси миқёсида муқобил ва қайта тикланувчи энергетиканинг бугунги кунги ҳолати ва муаммоларини;
- Марказий Осиё, хусусан Ўзбекистон шароитида Қуёш, шамол энергияси потенциал ресурсларидан фойдаланиш истиқболлари ҳақида тасаввурга эга бўлиши;
- қуёш, шамол энергетик қурилмаларининг бўтловчи қисмларининг таркибий тузилиши, функционал параметрлари ва электрон микросхемаларини таркибини билиши;
- ер шароитида ихтиёрий вақтда, кунда ва ҳудудда қуёш нурланишининг интеграл оқим зичлигини ҳисоблай олиши, қуёш, шамол энергияси кадастри ҳақида тушунчага эга бўлиши;
- қуёш энергиясининг ялпи ва техник потенциалини аниқлашнинг усуллари ҳақида кенг тасаввурга эга бўлиш;
- қуёш энергиясини бевосита электр энергиясига ўзгартириш ва ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнлари, улар асосидаги электр станцияларнинг энергетик самарадорлиги ҳақида **билиши** керак.

### **Тингловчи:**

- Энергетика объектларининг энергияга бўлган талаби, эҳтиёжини аниқлаш;

- қуёш, шамол энергетик тизимлари таркибидаги интеллектуал қурилмаларнинг иш жараёнини ва самарадорлигини аниқлаш;

- муқобил ва қайта тикланувчи энергия манбалари асосидаги қурилмаларнинг эксплуатация вақтидаги самарадорлигини аниқлашнинг назарий ва экспериментал тадқиқ этиш;

- қуёш нурланишининг энергиясини иссиқлик аккумуляторлари ва яримўтказгичли қуёш элементлари ёрдамида бошқа турга ўзгартиришдаги физик механизмлар, иссиқлик исрофини камайтириш усуллари, иссиқлик баланс тенгламаларини туза олиш

- энергияни ноанъанавий қайталанадиган манбалари, улардан самарали фойдаланиш ва муқобил энергия манбалардан фойдаланиладиган энергетика объектларининг самарадорлигини ва ташқи омилларнинг қурилмаларга таъсири даражасини аниқлаш бўйича **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

### **Тингловчи:**

- Муқобил ва ҚТЭМ асосидаги энергия қурилмалар орқали иссиқлик ва электр энергияни аккумуляциялашнинг муаммоларини ҳал этиш;

- бўтловчи интеллектуал қурилмаларнинг самарадорлигини аниқлаш;

- муқобил энергия манбалар электр тизимларининг самарадорлигини аниқлаш **малакаларига** эга бўлиши зарур.

### **Тингловчи:**

- Қуёш ва шамол энергетик қурилмалари самарадорлигига ташқи омилларнинг таъсирига оид муаммоларини ҳал этиш;

- қуёш, шамол, биоэнергетик қурилмалар учун ҳудудларни танлаш, лойиҳалаш, уларнинг ресурс кўрсаткичлари бўйича кадастрини ўрганиш;

- иссиқлик энергиясини аккумуляциялашнинг самарали усулларини танлаш;

- мужассамлаштирилган қуёш коллекторлари ва якка ҳолдаги газ қозонларининг иссиқ сув таъминоти ва иситиш тизимларида қўлланилишдаги муаммоларни ҳал этиш;

- фотоэлектрик станциялар ёрдамида электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнлари, тизимнинг энергетик самарадорликни ошириш усуллари, кичик қувватли автоном фотоэлектрик қурилмалар иш фаолиятини ўрганиш ва уларни ишлатиш;

- муқобил энергия манбалари асосидаги энергетик қурилмаларнинг техник –иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш бўйича **компетенцияларига** эга бўлиши лозим.

### **Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Қуёш энергетикаси” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

### **Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Қуёш энергетикаси” модули ўқув режанинг махсус фанр блокадаги “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишнинг илмий асослари” фани билан узвий боғлиқдир. Шу билан бир қаторда модулни ўзлаштиришда ўқув режанинг бошқа блоклари фанлари билан муайян боғлиқлик мавжуддир.

### **Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Ўзбекистон Республикасининг энергетика тизимини замонавий юқори даражадаги самарадорликка эга бўлган жиҳозлар ва қурилмалар ҳисобига ривожлантириш, қайта тикланувчи энергия ресурсларидан фойдаланиш, электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, тақсимлаш, ўзгартириш ва истеъмол қилишда юқори самарадорликка эришиш ўта долзарб масала ҳисобланади. Ушбу муаммони ҳал этишда биринчи навбатдаги вазифа замонавий талабларга жавоб берувчи мутахассисларни тайёрлаш ҳисобланади. Шу сабабли бундай мутахассисларни тайёрлаш учун ушбу соҳа бўйича таълим берувчи олий таълим тизими ўқитувчиларининг малакасини оширишда “Қуёш энергетикаси” фани алоҳида ўринни эгаллайди.

### **“Қуёш энергетикаси” модули бўйича соатлар тақсимоти**

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкламаси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш.	4	2	2	
2.	Қуёш нурланишини бевосита яримўтказгичли материаллар асосидаги қуёш элементлари ёрдамида электр энергиясига ўзгартириш.	10	2	2	6
3.	Фотоэлектрик тизимларнинг турлари.	4	2	2	
4.	Минора ва параболоцилиндрик турдаги қуёш электр станциялари ва уларнинг энергетик хусусиятлари.	4	2	2	
	<b>Жами:</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>



## **НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

### **1-мавзу: Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш.**

Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усуллари. Аксланган, диффузияланган ва тўғри қуёш оқими. Ер атмосферасининг таркиби. Атмосферанинг тиниқлик коэффициенти. Қуёш нурланишининг электромагнит таркиби. Қуёш нурланишининг спектрал таркиби. Қуёш энергиясининг кадастри ва унинг ўзига хослиги.

### **2-мавзу: Қуёш нурланишини бевосита яримўтказгичли материаллар асосидаги қуёш элементлари ёрдамида электр энергиясига ўзгартириш.**

Яримўтказгичли материалларнинг оптик ва электрик хусусиятлари. Материалнинг ютилиш коэффициенти. Каскадли қуёш элементлари. Қуёш элементларининг планар конструкцияси. Қуёш элементларининг вольт-ампер ва вольт-ватт таснифи. Қуёш элементларини тайёрлашда ишлатиладиган материалларнинг хусусиятлари. Юқори самарали қуёш элементлари. Қуёш элементлари ва фотоэлектрик модулларнинг асосий параметрлари ва характеристикалари.

### **3-Мавзу: Фотоэлектрик тизимларнинг турлари.**

Эксплуатация вақтидаги фотоэлектрик модуллар характеристикасини STC тест синови билан таққослаш. Фотоэлектрик тизимларнинг турлари. Автоном фотоэлектрик станциялар. Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станциялар. Резерв фотоэлектрик станциялар.

Энергетика ва экологиянинг ўзаро таъсири натижасидаги муаммолар. Қуёш энергетика ривожининг экологик оқибатлари.

### **4-Мавзу: Минора ва параболоцилиндрик турдаги қуёш электр станциялари ва уларнинг энергетик хусусиятлари.**

Минора туридаги қуёш электр станцияси ва унинг иссиқлик техникавий характеристикалари. Иссиқлик аккумуляторлари. Биноларни иситиш учун қуёший иссиқлик таъминот тизимлари.

## **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

### **1- амалий машғулот. Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усулларини ўрганиш.**

Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усулларини ўрганиш. Аксланган, диффузияланган, тўғри қуёш оқимини ҳисоблаш. Атмосферанинг тиниқлик коэффициенти ва оптик атмосферани ҳисоблаш.

### **2-амалий машғулот. Яримўтказгичли қуёш элементлари ва фотоэлектрик модулларнинг асосий параметрлари ва характеристикаларини ўрганиш**

Яримўтказгичли қуёш элементлари ва фотоэлектрик модулларнинг асосий параметрлари ва характеристикаларини ўрганиш.

**3-амалий машғулот. Ҳар хил қувватдаги фотоэлектрик тизимларни лойиҳалашни ўрганиш, уларнинг иш режими ва электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ҳисоблаш.**

Автоном фотоэлектрик станцияларни лойиҳалашни ўрганиш. Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станцияларнинг иш режими. Суткалик, ойлик ва йиллик электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ҳисоблаш.

**4-амалий машғулот. Минора типдаги қуёш электр станциясининг иссиқлик ФИК ни ҳисоблаш.**

Кўзгу ва алюминий қопламали рефлекторларнинг тайёрланиш босқичлари. Концентраторлар. Френель, ясси, сферик кузгули концентраторлар. Параболоид турдаги кичик қуёш печи. 1 МВт қувватдаги катта қуёш печидаги концентратор параметрларини ўрганиш.

**КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ**

**Мавзу: Қуёш нурланишини бевосита яримўтказгичли материаллар асосидаги қуёш элементлари ёрдамида электр энергиясига ўзгартириш.** Модулнинг кўчма машғулотларини Тошкент давлат техника университети Энергетика факультети Гелиополигонда, ҳамда замонавий электр техника жиҳозлари билан таъминланган лаборатория хоналарида ҳамда «Офтоб-Нур» хусусий корхонасида ўтказилиши кўзда тутилган.

**ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ**

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутади.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- яқка тартибда.

**Жамоавий ишлаш** – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

**Гуруҳларда ишлаш** – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (3 тадан –7 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. Бир турдаги гуруҳли иш ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топшириқ бажаришни назарда тутлади.

**Якка тартибдаги шаклда** – ҳар бир таълим олувчига алоҳида- алоҳида мустақил вазифалар берилди, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ “Венн диаграмма” методи

**Методнинг мақсади:** Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

### Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништириладилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштириладилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

### Намуна: 3 Э трилеммаси бўйича



## “Кейс-стади” методи

«Кейс-стади»– инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетида амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

### “Кейс методи”ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
<b>1-босқич:</b> Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш;</li> <li>✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда);</li> <li>✓ ахборотни умумлаштириш;</li> <li>✓ ахборот таҳлили;</li> <li>✓ муаммоларни аниқлаш</li> </ul>
<b>2-босқич:</b> Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш;</li> <li>✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш;</li> <li>✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш</li> </ul>
<b>3-босқич:</b> Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўлларини ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш;</li> <li>✓ муқобил ечим йўлларини ишлаб чиқиш;</li> <li>✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш;</li> <li>✓ муқобил ечимларни танлаш</li> </ul>
<b>4-босқич:</b> Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ якка ва гуруҳда ишлаш;</li> <li>✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш;</li> <li>✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш;</li> <li>✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш</li> </ul>

## Кейс. Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усулларини ўрганиш мумкин бўлган ўлчов жиҳозлари

### Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгилаш (индивидуал ва кичик гуруҳда).

### “Блиц-сўров” методи

**Методнинг мақсади:** тингловчиларда тезлик, ахборотлар тизмини таҳлил қилиш, режалаштириш, прогнозлаш кўникмаларини шакллантиришдан иборат. Мазкур методни баҳолаш ва мустаҳкамлаш мақсадида қўллаш самарали натижаларни беради.

### Методни амалга ошириш босқичлари:

1. Дастлаб иштирокчиларга белгиланган мавзу юзасидан тайёрланган топшириқ, яъни тарқатма материалларни алоҳида-алоҳида берилади ва улардан материални синчиклаб ўрганиш талаб этилади. Шундан сўнг, иштирокчиларга тўғри жавоблар тарқатмадаги «якка баҳо» колонкасига белгилаш кераклиги тушунтирилади. Бу босқичда вазифа якка тартибда бажарилади.

2. Навбатдаги босқичда тренер-ўқитувчи иштирокчиларга уч кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштиради ва гуруҳ аъзоларини ўз фикрлари билан гуруҳдошларини таништириб, баҳслашиб, бир-бирига таъсир ўтказиб, ўз фикрларига ишонтириш, келишган ҳолда бир тўхтамга келиб, жавобларини «гуруҳ баҳоси» бўлимига рақамлар билан белгилаб чиқишни топширади. Бу вазифа учун 15 дақиқа вақт берилади.

3. Барча кичик гуруҳлар ўз ишларини тугатгач, тўғри ҳаракатлар кетма-кетлиги тренер-ўқитувчи томонидан ўқиб эшиттирилади, ва ўқувчилардан бу жавобларни «тўғри жавоб» бўлимига ёзиш сўралади.

4. «Тўғри жавоб» бўлимида берилган рақамлардан «якка баҳо» бўлимида берилган рақамлар таққосланиб, фарқ булса «0», мос келса «1» балл қуйиш сўралади. Шундан сўнг «якка хато» бўлимидаги фарқлар юқоридан пастга қараб қўшиб чиқилиб, умумий йиғинди ҳисобланади.

5. Худди шу тартибда «тўғри жавоб» ва «гуруҳ баҳоси» ўртасидаги фарқ

чиқарилади ва баллар «гуруҳ хатоси» бўлимига ёзиб, юқоридан пастга қараб қўшилади ва умумий йиғинди келтириб чиқарилади.

6. Тренер-ўқитувчи якка ва гуруҳ хатоларини тўпланган умумий йиғинди бўйича алоҳида-алоҳида шарҳлаб беради.

7. Иштирокчиларга олган баҳоларига қараб, уларнинг мавзу бўйича ўзлаштириш даражалари аниқланади.

Гуруҳ баҳоси	Гуруҳ хатоси	Тўғри жавоб	Якка хато	Якка баҳо	Таъминлаш тизимининг
		6			Quyosh energetika sohasida AM qanday izohlanadi? Тўлиқ таъриф беринг.
		5			Quyosh doimiysining kattaligi qanchaga teng? Тўлиқ таъриф беринг.
		3			Ер сирти альбедоси ва инсоляция ҳақида фикрингиз?
		1			Пиронометр қандай ташкил топган? У нимани ўлчайди.
		2			Пиргелиометр қандай ташкил топган? У нимани ўлчайди.
		4			Актинометр қандай ташкил топган? У нимани ўлчайди.

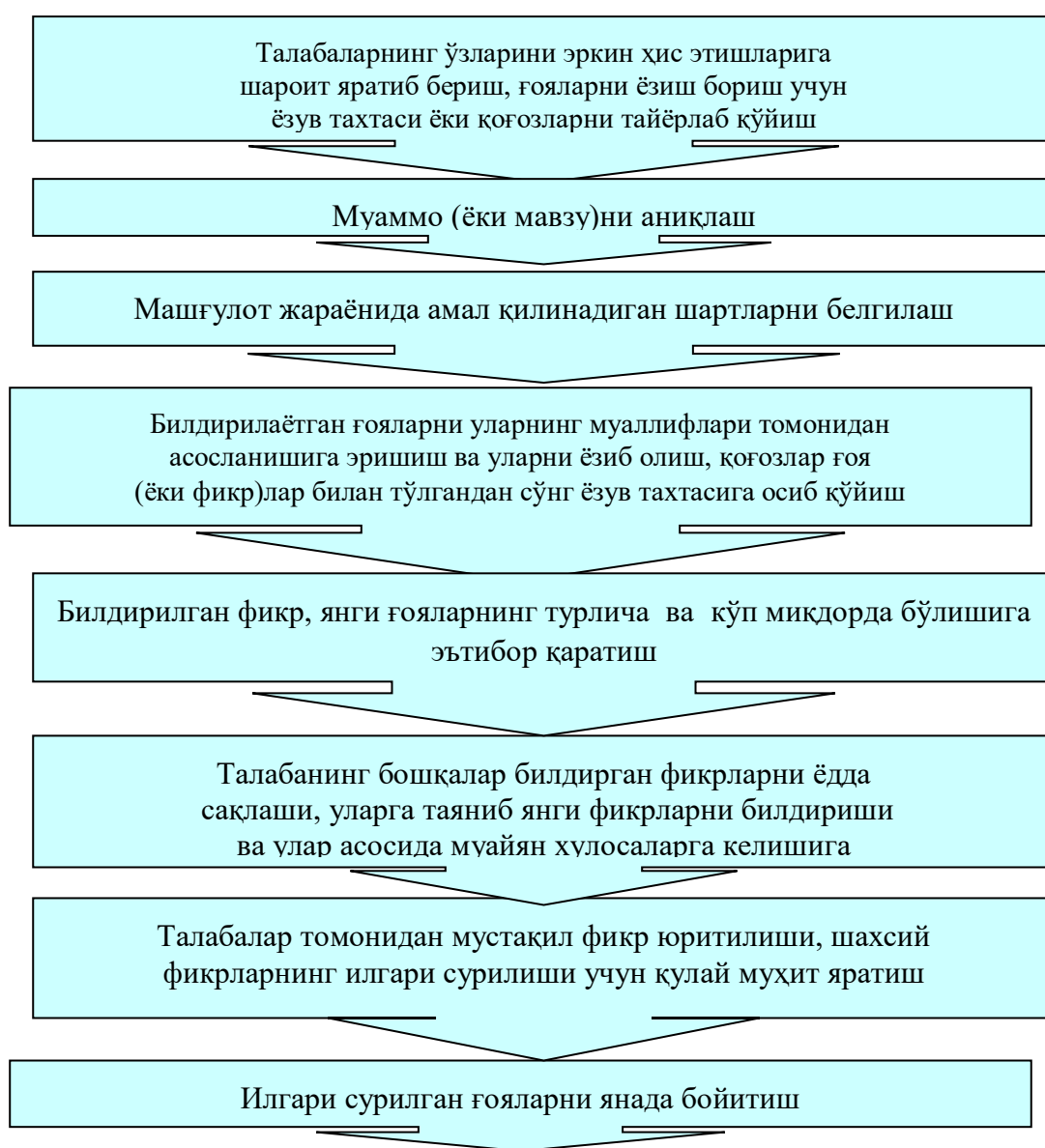
### НАТИЖАНИ БАҲОЛАШ.

8 та тўғри жавоб учун	“Аъло”
6-7 та тўғри жавоб учун	“Яхши”
4-5 та тўғри жавоб учун	“Қониқарли”

## “АҚЛИЙ ҲУЖУМ” МЕТОДИ

Метод талабаларни мавзу хусусида кенг ва ҳар томонлама фикр юритиш, ўз тасаввурлари, ғояларидан ижобий фойдаланишга доир кўникма, малакаларни ҳосил қилишга рағбатлантиради. У ёрдамида ташкил этилган машғулотларда ихтиёрий муаммолар юзасидан бир неча оригинал (ўзига хос) ечимларни топиш имконияти туғилади. Метод мавзу доирасида маълум қарашларни аниқлаш, уларга муқобил ғояларни танлаш учун шароит яратади.

Уни самарали қўллашда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:





**Машғулотда методни қўллашда қуйидагиларга эътибор қаратиш лозим:**

Ўқувчи (талаба)ларни муаммо доирасида кенг фикр юритишга ундаш, улар томонидан мантиқий фикрларнинг билдирилишига эришиш

Ҳар бир ўқувчи (талаба) томонидан билдирилаётган фикрлар рағбатлантирилиб борилади, билдирилган фикрлар орасидан энг мақбуллари танлаб олинади; фикрларнинг рағбатлантирилиши навбатдаги янги фикрларнинг туғилишига олиб келади

Ҳар бир ўқувчи (талаба) ўзининг шахсий фикрларига асосланиши ва уларни ўзгартириши мумкин; аввал билдирилган фикрларни умумлаштириш, туркумлаштириш ёки уларни ўзгартириш илмий асосланган фикрларнинг шаклланишига замин ҳозирлайди

Машғулотда ўқувчи (талаба)лар фаолиятини стандарт талаблар асосида назорат қилиш, улар томонидан билдириладиган фикрларни баҳолашга йўл қўйилмайди (зеро, фикрлар баҳоланиб борилса, ўқувчи (талаба)лар диққатларини шахсий фикрларни ҳимоя қилишга қаратади, оқибатда янги фикрлар илгари сурилмайди; методни қўллашдан кўзланган асосий мақсад ўқувчи (талаба)ларни муаммо бўйича кенг фикр юритишга ундаш эканлигини ёдда тутиб, уларни баҳолаб боришдан воз кечишдир)

**Ақлий ҳужум методининг мавзуга қўлланилиши:  
Фикрлаш чун бериладиган саволлар:**

1. Туғри алоқа каналлари қандай вазифани бажаради?
2. Хисоблагичларнинг бирламчи ахборотлари қандай аниқланади?
3. Интерфейс узгартиргичларининг ишлаш принципи қандай?
4. Мультиплексор орқали хисоблагичларда сўров ўтказилиши билан ЭНАТни қандай ташкил этилади?
5. Модем орқали хисоблагичларда сўров ўтказилиши билан ЭНАТни қандай ташкил этилади?.

## “ЕЛПИҒИЧ” МЕТОДИ

Бу методи мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммо характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган.

Методининг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир йўла ахборот берилади. Айни пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан, ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари белгиланади.

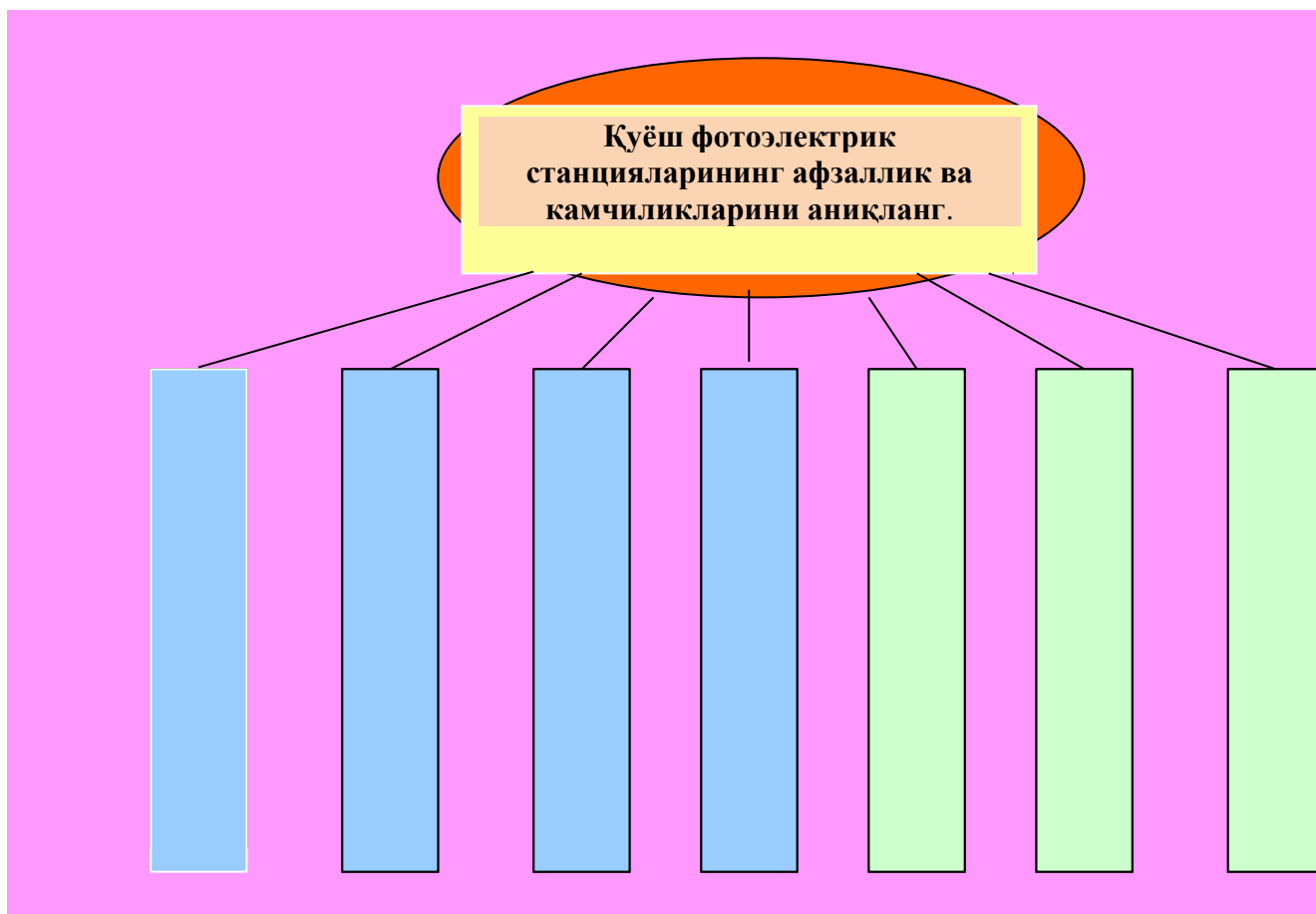
Бу интерфаол методи танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўз ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда ихчам баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг айрим тармоқларини муҳокама қилувчи кичик гуруҳларнинг, ҳар бир қатнашувчининг, гуруҳнинг фаол ишлашига қаратилган.

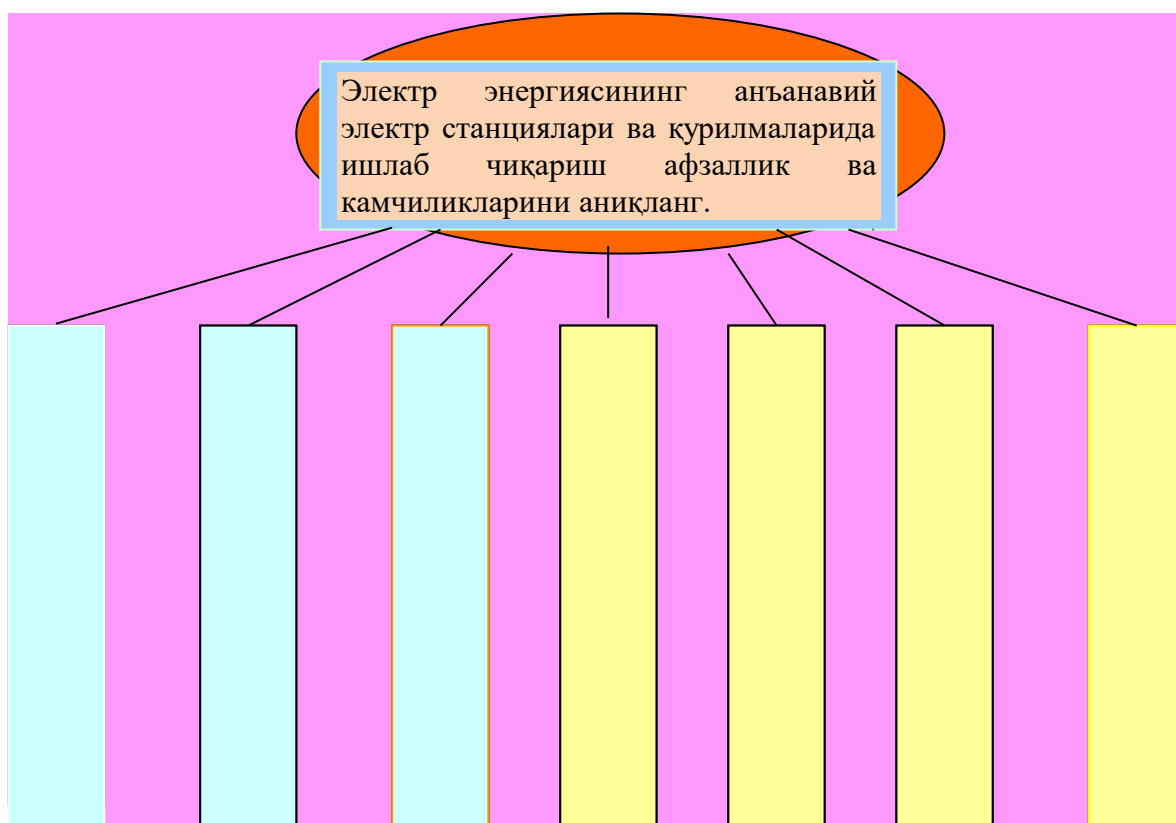
“Елпиғич” методи умумий мавзуни ўрганишнинг турли босқичларда қўлланиши мумкин.

- бошида:** ўз билимларини эркин фаолаштириш;
- мавзуни ўрганиш жараёнида:** унинг асосларини чуқур фаҳмлаш ва англаб етиш;
- яқунлаш босқичида:** олинган билимларни тартибга солиш.

### 1-гуруҳга вазифа:



**2-гурухга вазифа:**



**Кичик гуруҳлар вазифалари қўйидаги б аҳолаш мезонлари асосида баҳоланилади:**

№	Баҳолаш мезонлар	3	4	5
1.	Ишнинг мазмуни			
2.	Гуруҳ фаоллиги			
3.	Дизайн			
4.	Регламент			
5.	Тақдимот			
	Жами:			

**“Резюме” методи**

**“Резюме” методи-** мураккаб, кўп тармоқли мумкин қадар муаммоли мавзуларни ўрганишга қаратилган. Унинг моҳияти шундан иборатки, бунда бир йўла мавзунинг турли тармоқлари бўйича ахборот берилди. Айни пайтда уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан: ижобий ва салбий томонлари афзаллик ва камчиликлар, фойда ва зарарлар белгиланади. Ушбу методнинг асосий мақсади таълим олувчиларнинг эркин, мустақил, таққослаш асосида мавзудан келиб чиққан ҳолда ўқув муаммосини ечимини топишга ҳам керакли хулоса ёки қарор қабул қилишга, жамоа ўз фикрини билан таъсир этишга, уни маъқуллашга, шунингдек, берилган муаммони ечишга мавзуга умумий тушунча беришда ўтилган мавзулардан эгалланган билимларни қўллаш олиш ўргатиш.

**Мавзуга қўлланилиши:** Маъруза дарсларида, семинар, амалий ва лаборатория машғулотларни яқка ёки кичик гуруҳлар ажратилган тартиб ўтказиш, шунингдек, ўйга вазифа беришда ҳам қўллаш мумкин. Машғулот фойдаланиладиган воситалар: А-3, А-4 форматдаги қоғозларида (гуруҳ сонига қараб) тайёрланган тарқатма материаллар маркерлар ёки рангли қаламлар.

**“Резюме” методини амалга ошириш босқичлари:**

- Таълим берувчи таълим олувчиларнинг сонига қараб 3-4 кишидан иборат кичик гуруҳ ажратилади;
- Таълим берувчи машғулотнинг мақсади ва ўтказилиш тартиби билан таништиради ва ҳар бири кичик гуруҳ қоғознинг юқори қисмига ёзув бўлган яъни асосий вазифа, унда ажратилган ўқув вазифалари ва уларни ечиш йўллари белгиланган, хулоса ёзма баён қилинадиган варақларни тарқатади;
- Ҳар бир гуруҳ аъзолари топшириқ бўйича уларнинг афзаллиги ва камчиликларини аниқлаб, ўз фикрларини маркерлар ёрдамида ёзма тарзда баён этадилар. Ёзма баён этилган фикрлар асосида ушбу муаммонинг ечимини топиб, энг мақбул вариант сифатида умумий хулоса чиқарадилар;

- Кичик гуруҳ аъзолари бири тайёрланган материалнинг жамоа номидан тақдимот этади. Гуруҳнинг ёзма баён этган фикрлари ўқиб эшиттиради, лекин хулоса қисми билан таништирилмайди;
- Таълим берувчи бошқа кичик гуруҳлардан тақдимот этган гуруҳнинг хулосасини сўраб, улар фикрини аниқлайди ва ўз хулосалари билан таништиради;
- Таълим берувчи гуруҳлар томонидан берилган фикрлар ёки хулосаларга изоҳ бериб, уларни баҳолайди, сўнги машғулотни якунлайди.

**Методнинг мавзуга қўлланилиши:**

Электроэнергия турлари					
Қуёш ёрдамида ишлаб чиқарилган электроэнергия		Шамол ёрдамида ишлаб чиқарилган электроэнергия		Сув ердамида ишлаб чиқарилган электроэнергия	
Афзаллиги	Камчилиги	Афзаллиги	Камчилиги	Афзаллиги	Камчилиги
<b>Хулоса:</b>					

### III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

**1-мавзу: Қуёш энергияси. Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш.**

**Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усуллари. Аксланган, диффузияланган, тўғри қуёш оқими. Ер атмосферасининг таркиби. Атмосферанинг тиниқлик коэффициентлари (аэрозоль, сув буғи, чанг ва бошқалар) (2 соат)**

**Режа:**

1. Қуёш энергияси. Қуёшнинг кимёвий таркиби, ҳарорати ва зичлиги. Қуёшда кечадиган термоядро реакциялари. Қуёш тожи, ядроси, хромосфераси, фотосфераси, яъни таркибий тузилиши. Қуёш сариқ юлдуз.

2. Қуёшнинг коинотдаги ўрни, йиллик ҳаракати, силжиши. Ўртача астрономик бирлик. Вақт тенгламаси графиги. Қуёш нурланишининг электромагнит таркиби. Ер альбедоси. Оптик атмосфера массаси (АМ). Инсоляция. Қуёш нурланишининг спектрал таркиби.

3. Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усуллари. Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш истиқболлари. Фотон энергияси. Қуёш доимийси. Қуёш нурланиши спектрал зичлиги. Мутлоқ қора жисм. Горизонтал қабул қилувчи майдонча. Жанубга, Ғарб ёки Шарққа, шимолга ориентирланган вертикал қабул қилувчи майдонча. Қуёш нурланиши тушиш бурчаги. Зенит бурчак.

4. Космосда ва Ерда ( $\varphi^0$ ,  $\psi^0$ ) нуқтада ихтиёрий ориентацияланган қабул қилгич майдончага тушаётган ҚН асосий ва қўшимча омиллари ва унинг таъсири

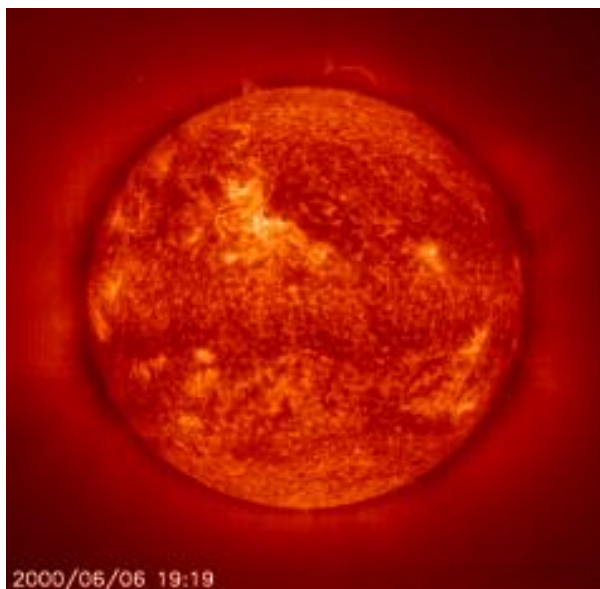
5. Қуёш энергиясининг кадастри ва унинг ўзига хослиги

**Таянч сўз ва иборалар:** Энергетика, энергия, энергия ресурси, қайта тикланувчан энергия ресурси, Ер альбедоси. Оптик атмосфера массаси (АМ). Инсоляция. Қуёш нурланишининг спектрал таркиби. Қуёш нурланиши оқим зичлиги, Қуёш энергияси кадастри

#### **1.1 Қуёшнинг электромагнит табиати. Қуёш нурининг физик хусусиятлари.**

Қуёш нурланишининг манбаси – Қуёш ҳисобланиб (1-расм) массаси  $2 \cdot 10^{30}$  кг атрофида, радиуси 695300 км Қуёшнинг фотосферасида ҳарорат  $6000^{\circ}\text{C}$  атрофида, ядросида эса  $40 \text{ млн}^{\circ}\text{C}$  ташкил этади. Бир йил давомида Қуёш космик фазога  $1,3 \cdot 10^{24}$  калория энергияни нурлантиради. Ер Қуёш атрофида эллиптик орбита бўйлаб ҳаракатланади. Бунда унинг айланиш текислигига  $66^{\circ}33'$  ёки  $66^{\circ}55'$  қия ҳолатда жойлашади. Ердан Қуёшгача бўлган масофа 147 дан 152 млн.км (ўртача – 149,6 млн.км) гача ўзгаради. Бу масофа бир астрономик бирлик (1 а.б.= $1,496 \cdot 10^8$  м, тақрибан 150 млн.км) ҳам

деб номланади. Бунда қачон эллипс соҳасида қуёшга нисбатан яқин жойлашган бўлса, унда у жуда тез (30,3 км/с атропоида), қарама-қарши ҳолатда секинроқ (29,3 км/с атропоида) тезлик билан ҳаракатланади. Шу туфайли ҳақиқий қуёшли суткаларнинг давомийлиги Ерда доимо ўзгариб туради. Энг узоқ кун – 23 декабрь, қачонки 16 сентябрга қараганда 51 секундга ортиқ, Қуёшнинг массаси Ер массасидан 333000 марта ортиқ, ҳажми эса  $1,3 \cdot 10^6$  марта катта.

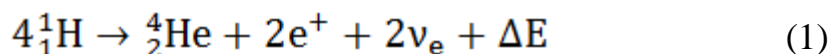


1-расм. Қуёшнинг умумий кўриниши

Қуёшда энг кўп тарқалган элементлар водород ва гелий ҳисобланади. Водород ва гелийнинг улушлари мос равишда тахминан 92,1% ва 7,8% ни ташкил этади. шунингдек Қуёш таркибида 0,1% атропоида бошқа элементларнинг микроскопик концентрацияси мавжуд бўлиб улар темир, никель, кислород, азот, кремний, олтингугурт, магний, углерод, неон, кальций ва хромдан иборат.

Ўртача қуёш нурланиши  $200-250 \text{ Вт/м}^2$  ёки  $1752-2190 \frac{\text{кВт}\cdot\text{соат}}{\text{м}^2\cdot\text{йил}}$  тушганда Ер сатҳининг бутун юзасига тахминан  $(0,85-1,2) \cdot 10^{14} \text{ кВт}$  ёки  $(7,5-10) \cdot 10^{17} \text{ кВт}\cdot\text{соат/йил}$  тўғри келади.

Қуёшни улкан термоядро реакторига ўхшатиш мумкин. Унинг ички қисмида ҳар доим ядро синтези реакцияси содир бўлиб туради. Ядродан чиқаётган нурланишнинг спектрал зичлиги бир текис эмасдир. Қуёшда ҳар секундда ўртача  $4 \cdot 10^9 \text{ кг}$  материя ажралиб чиқиб тасаввур қилиб бўлмас энергияга айланади ва у электромагнит тўлқинлар кўринишида космосда нурланади. Бу термоядро реакциясида протон-протон (кичик ҳароратларда) ва углерод-азот (анча юқори ҳароратларда) цикллари содир бўлиб тўртта протондан гелий ядроси ҳосил бўлади.



бу ерда  $e^+$  –позитрон,  $\nu_e$  –электрон-нейтронлар оқими. Ҳар секундда  $6 \cdot 10^{11}$  кг ( $^1\text{H}$ ) водород ( $^4\text{He}$ ) гелийга айланади. Масса дефекти  $4 \cdot 1,008 \text{ g } ^1\text{H} = 4,003 \text{ g } ^4\text{He} + 0,029 \text{ g}$  бўлиб у материя массасини  $4 \cdot 10^9$  кг ни ташкил этади ва Эйнштейн муносабатига кўра  $\sim 3,8 \cdot 10^{26}$  Ж энергия ажралиб чиқишини таъминлайди.

$$\Delta E = (4m_1^1\text{H} - 4m_2^4\text{He})c^2 \quad (2)$$

бу ерда  $c$ –ёруғлик тезлиги.

Шундай қилиб Ерда Қуёш нурланишининг физик моҳиятини қуйидагича изоҳлаш мумкин, яъни шаффоф муҳитда электромагнит тўлқин тарзида энергиянинг кўчиш жараёни деб аталади. Квант назариясига кўра электромагнит тўлқинлар – бу фотонлар оқими ёки вакуумда ёруғлик тезлиги билан тарқалувчи тинч ноль массага эга элементар зарралардир.

Космосда  $1 \text{ м}^2$  юзадан  $1\text{с}$  давомида  $4 \cdot 10^4$  та фотон ўтади, унинг энергияси қуйидагича ифодалаш мумкин:

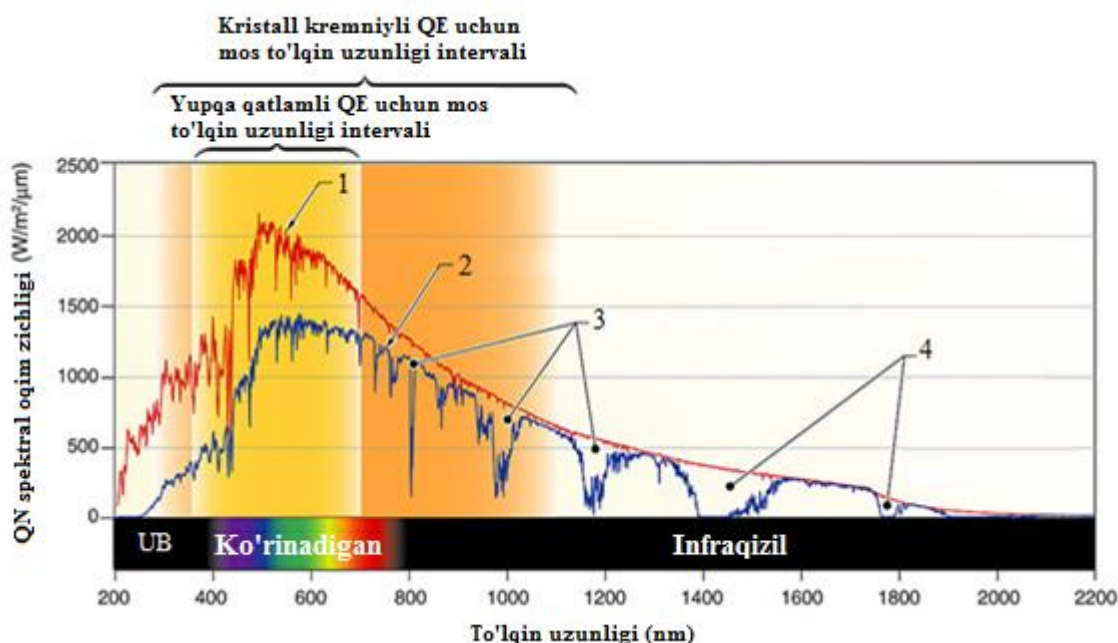
$$E_\phi = h \cdot \nu \quad (3)$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad (4)$$

$$E_\phi = \frac{hc}{\lambda} \quad (5)$$

бу ерда  $h = 6,626176 \cdot 10^{-34}$  Ж·с,  $\nu$  – электромагнит тўлқинлар частотаси,  $\lambda$  – тўлқин узунлиги.

Қуёш нурланиш энергиясининг 99% қисми  $0,1 \div 3$  мкм оралиғидаги тўлқин узунлигига тўғри келади. Қуёш спектри учта соҳадан ташкил топиб улар ультрабинафша ( $\lambda < 0,38$  мкм), спектрнинг кўринадиган қисми ( $0,38 \text{ мкм} < \lambda < 0,78$  мкм), инфрақизил нурланиш ( $0,78 \text{ мкм} < \lambda < 3$  мкм) ҳисобланади.





1- AM 0 шароитида; 2 - AM 1,5 шароитида; 3- Бу энергия оралиғи атмосфера таркибидаги сув буғлари томонидан ютилади; 4- Бу энергия оралиғи атмосфера таркибидаги сув буғлари ва CO<sub>2</sub> газы томонидан ютилади.

2-расм. Космосда ва Ер атмосферасида қуёш нурланиши спектрининг тақсимланиши

1-жадвалда бу учта спектрнинг тўлқин узунликлари соҳаси, энергияси қийматлари ва улушлари фоизларда кўрсатилган.

1-расмда Қуёш нурланишига перпендикуляр бўлган 1 м<sup>2</sup> қабул қилгич майдончага тўғри келган Ер атмосферасидан ташқарида (космосда) ва Ер шароитида Қуёш нурланиши спектрининг тақсимоти келтирилган.

Ер юзасида Қуёш нурланиши спектри космосдагидан сезиларли равишда фарқланади ва таъсир кўрсатувчи кўп сонли омилларга боғлиқ бўлади.

1-жадвал

Қуёш нурланиши энергияси	Ультрабинафша	Кўринадиган	Инфрақизил
Тўлқин узунликлар соҳаси	(0,2 – 0,38 мкм)	(0,38 – 0,78 мкм)	(0,78 – 3,0 мкм)
Энергияси (Вт/м <sup>2</sup> )	88	656	623
Фоизларда	6	48	46

Қуёш нурланишининг умумий қуввати  $Q$  тўлқин узунликларининг ҳамма диапазонда юқори кўрсатилганидек  $\sim 3,8 \cdot 10^{26}$  ни ташкил этади. Қуёш энергиясининг нурланиши атроф фазога сочилиб объектгача бўлган масофанинг квадратига тескари пропорционал бўлади:

$$E = \frac{Q}{4\pi L^2} \quad (6)$$

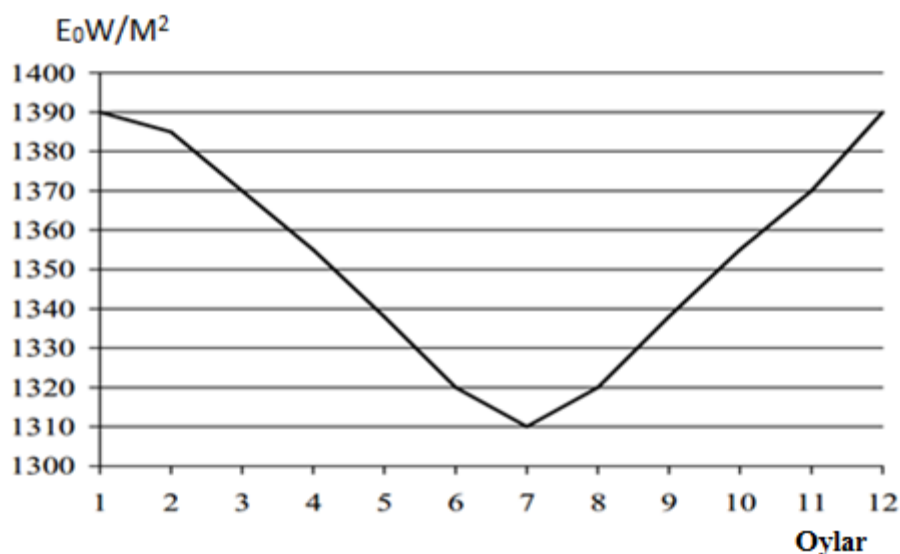
бу ерда  $L$  –Қуёшдан Ер гача бўлган масофа.

## 1.2 Қуёш доимийси. Атмосфера массаси. Ер сирти альбедоси. Вақт тенгламаси графиги.

Қуёш марказидан бир астрономик бирлик масофада (Ер атмосферасидан ташқарида) нурланиш оқимиға перпендикуляр жойлашган 1 м<sup>2</sup> майдон орқали ўтаётган қуёш нурланиши оқимиға Қуёш доимийси ( $E_0 \sim 1367$  Вт/м<sup>2</sup>) дейилади.

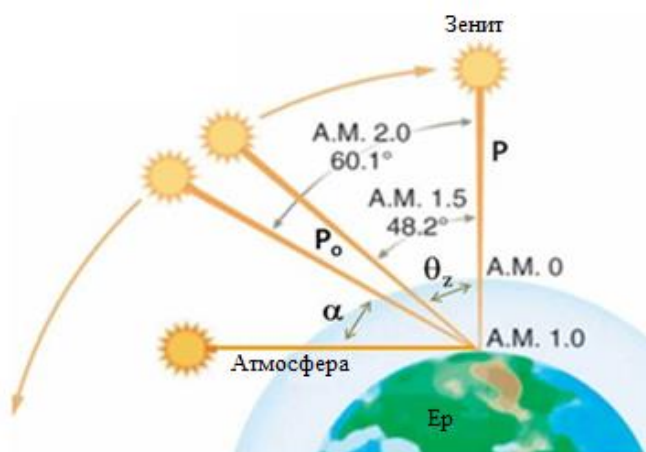
Аммо бу қиймат доимий катталиқ эмас, ҳақиқатдан ҳам у йил давомида ўзгариб туради:  $\pm 1,5\%$  га вақт бўйича Қуёш нурланиши оқимининг ўзгариши ҳисобига;  $\pm 4\%$  га йил давомида Ер ва Қуёш ўртасидаги масофанинг ўзгариши

ҳисобига амалга ошади. Қуёш доимийсининг йил давомидаги ўзгаришининг ориентацияланган графиги 3-расмда келтирилган.



3-расм.  $E_0$  нинг йил давомида ўзгариши

Қуёш нурланиши (ҚН) Ер атмосфераси орқали ўтганда кучсизланади, яъни ультрабинафша нурланиш озон қатлами томонидан, кўринадиган қисми эса атмосфера таркибидаги аэрозоль ва чанг зарралари томонидан, инфрақизил нурланиш эса сув буғлари томонидан ютилади. Бундан ташқари ҚН Ер атмосферасидан ўтганда учта жараён руй беради. ҚН аксланиб қайта космосга йуналиши (34% атрофида), ҚН тўлқин узунлигига боғлиқ бўлмаган ҳолда амалга ошади. ҚН катта қисми Ер атмосфераси ва булутлар томонидан аксланади. Атмосфера томонидан ҚН ютилиши эса ~19% атрофида бўлиб (инфрақизил нурланиш) иссиқликга айланиб космосга қайта нурланади.



4-расм. Горизонтга нисбатан ҳар хил баландликларда Қуёш нурланишининг атмосферадан ўтиш масофаси

$$AM = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \quad (6)$$

бу ерда  $p$ -атмосфера босими,  $p_0$ - нормал атмосфера босими (101,3кПа),  $\alpha$  – горизонтга нисбатан Қуёшнинг баландлик бурчаги (4-расм).

ҚН Ер сиртига ўтиши ~47% атрофида бўлиб 20% Ер сиртидан инфрақизил нурланиши кўринишида бўлиб космосга қайтарилади. Фақатгина ҚН нинг 27% энергияси космосдан Ер атмосферасида энергияга айланиб сув иситиш ва буғлантириш, атмосферанинг қизиши, шамол, тўлқин, оқимларнинг ҳосил бўлиши ва бошқаларга сабабчи бўлади.

Ер юзасигача етиб келган Қуёш нурланиши интенсивлигига атмосфера кўрсаткичларининг таъсири атмосфера массаси (AM) билан аниқланади.

Ер юзасида Қуёш нурланиши оқим зичлиги  $E$  қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$E = \int_0^{\infty} E_{0\lambda} e^{-\tau_{\lambda} m} d\lambda = \int_0^{\infty} E_{0\lambda} e^{\frac{-\tau_{\lambda} h}{\sin \alpha}} d\lambda = \int_0^{\infty} E_{0\lambda} P^{\frac{1}{\sin \alpha}} d\lambda \quad (7)$$

бу ерда  $\tau_{\lambda}$  – тўлқин узунлигига боғлиқ ҳолда атмосферада ютилиш коэффициенти,  $m$  – атмосферада ҚН ўтиш масофаси,  $h$ - атмосферанинг баланлиги,  $P = \frac{E_{h\lambda}}{E_{0\lambda}} = e^{-\tau_{\lambda} h}$  - атмосфера ютилишини тафсифловчи шаффофлик коэффициенти.

Қуёш нурланишининг оқим зичлиги ва спектрал таркиби моҳиятан атмосферада ҚН ўтиш масофасига, атмосферанинг таркиби ва зичлигига боғлиқ бўлади.

Қуёш элементларининг (ҚЭ) ва фотоэлектрик батареяларнинг (ФЭБ) параметрларини ўлчаш учун ягона стандарт сифатида БМТ таркибидаги Халқаро электротехника комиссияси ва Европа ҳамжамияти комиссияси тавсияси билан AM 1,5 атмосфера массаси  $\alpha$ -41,81<sup>0</sup> (нормал атмосфера босими) катталикларига эга шарт қабул қилинган. У учун ҚН оқим зичлиги 835 Вт/м<sup>2</sup> га тенг деб олинди Ер шароитидаги ҚН интенсивлиги ўртача қиймати билан мос тушади. Шунинг таъсирида ҚЭ ва ФЭБ параметрларини ўлчаш учун қўшимча ечимлар қабул қилинди, унга кўра AM 1,5 ва ҚН интеграл зичлиги 1000 Вт/м<sup>2</sup> деб олинди. AM 0 спектри космосга тегишли бўлиб сунъий йулдошларда, космик кема бортларида ҚЭ ва ФЭБ тестдан ўтказиш мумкин. AM 1 спектри Қуёш зенитда турган ҳолатдаги Ер сиртидаги ҚН интенсивлигини кўрсатади. Бунда ҚН интеграл зичлиги ~925 Вт/м<sup>2</sup> бўлиб  $\alpha$ ~90<sup>0</sup> ни ташкил этади. Ер атмосфера массаси 1 га тенг деб олинса, қайтган нурнинг спектри Ер сиртидаги қуёш нурланиши спектрига айнан ўхшаш деб ҳисобланади.

Ер атмосфераси ўзининг оптик хусусиятларига асосан селектив ёруғлик фильтри бўлиб, коинотдан келаётган қуёш нурланишини ўзгартиради. Агар

нурланиш оқими атмосферадан ўтиб Ер сиртига тик тушса, у ҳолда нурланиш босиб ўтган оптик масофа бир атмосфера массасига тенг деб ҳисобланади ва АМ 1 билан белгиланади. Қия тушаётган нурларнинг оптик масофаси узунлигини уларнинг АМ 1 оптик масофа катталигига қиёслаб аниқлаш мумкин. Агар нурланиш оқими атмосфера таъсирида ўзгармаса, унинг оптик атмосфера массаси нольга тенг бўлиб, у АМ 0 деб белгиланади.

Тўғридан тўғри тушаётган қуёш нурланиши оқимининг Денгиз сатҳида қоқ туш пайтида очик ҳавода Ер сиртидаги энергетик ёритилганлиги  $\approx 100$  мВт/см<sup>2</sup> тенг деб ҳисобланади.

АМ 2 спектр  $\alpha \sim 30^\circ$  горизонтга нисбатан баландлик бурчагида амалга оширилиб  $E \sim 691$  Вт/м<sup>2</sup> га тенг бўлади.

Қиёслаш учун қуйидаги жадвалда қуёш тизимидаги сайёралар орбиталарида қуёш нурланиши оқимининг зичлиги (Қуёш доимийси) 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

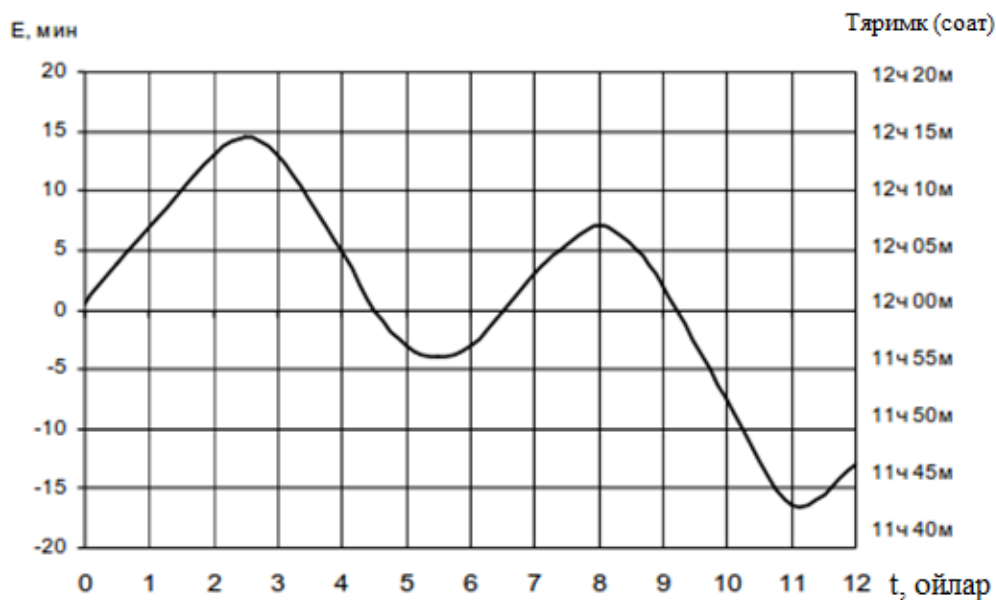
Сайёралар	Сайёра–Ер орасидаги ўртача масофа	Ер суткаларида йил давомийлиги	Қуёш нурланиши оқимининг зичлиги	
			Қ.д.	мВт/см <sup>2</sup>
Меркурий	$57,91 \cdot 10^6$ км	88	6,67	903
Венера	$108,21 \cdot 10^6$ км	225	1,91	258,6
Ер	$149,6 \cdot 10^6$ км	365	1,00	135,3
Марс	$227,94 \cdot 10^6$ км	687	0,4367	58,28
Юпитер	$778,3 \cdot 10^6$ км	4333	0,037	5,0
Сатурн	$1427 \cdot 10^6$ км	10760	0,011	1,49

Ер сирти альбедоси деб, унинг сиртидан ўраб турувчи атроф муҳитга қайтган нурланиш оқимининг, унга тушаётган оқимга нисбатига айтилади. Сиртдан диффуз қайтиш учун ҳисобланган Ер альбедосининг ўртача қиймати 0,34 га тенг.

Инсоляция деб, маълум географик ҳудудда Ер сиртига тушаётган қуёш нурланишининг миқдorigа айтилади. Инсоляция, Ер-Қуёш тизимида масофанинг мавсумий тебранишларига, географик кенгликка, ҳудуднинг муҳитига ва атмосфера массасига боғлиқдир. Инсоляцияни одатда қуёш нурланишининг кунлик, ойлик, йиллик ўртача миқдори билан кўрсатилади.

Ҳозирда Ерда ўртача Қуёш суткаси деб номланадиган тушунча бўлиб унинг давомийлиги ҳар доим бир хил ва 24 соатга тенг. Ўртача Қуёш деб номланган ўлчов вақти ўртача Қуёш вақти, ҳақиқий Қуёш бўйича – ҳақиқий

Қуёш вақти деб аталади. Улар ўртасидаги фарқ вақт тенгламаси дейилади. Охиригисининг қиймати ҳар куни астрономик календарларда берилади. Вақт тенгламасининг ўзгариш графиги 5-расмда келтирилган. Унда келтирилган эгри чизиқ ҳақиқий ярим кунликда ўртача вақтни кўрсатади (Горизонтга нисбатан Қуёш марказининг баландлик максимуми).



5-расм. Вақт тенгламаси графиги. Эгри чизиқ ҳақиқий ярим кунликда ўртача вақтни кўрсатади.

Ўртача ва ҳақиқий вақт ҳар йили бир бири билан 15.04, 14.06, 1.06, 24.12 ларда тенг бўлади. Вақт тенгламасининг максимуми 11.02 (+14<sup>I</sup> 22<sup>II</sup>) да, минимуми эса 2.11 (-16<sup>I</sup>24<sup>II</sup>) содир бўлади. Қуёшга нисбатан Ернинг бурчакли ўлчами – 32<sup>I</sup>.

### 1.3§ Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уларни ўлчаш услублари ҳақида маълумотлар

Қуёш энергиясидан фойдаланишни амалий тадбиқ этишда бошланғич босқич бу қуёш энергиясининг йил давомида Ер юзасининг муайян бир жойига келиб тушаётган, шунингдек Ер юзасидан қайтариладиган фаолиятли юзанинг радиация ва радиацион баланс миқдорини тўғри ўлчашдир.

Қуёш ресурсларини аниқлаш бевосита электр ва иссиқлик энергияси ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, қуёш энергиясида ишловчи қуёш электр ва иссиқлик станциялари ва бошқа қурилмаларини лойиҳалаш ва кўриш учун ТИА (техник-иқтисодий асосланма) ишлаб чиқаришга имкон яратади.

Ернинг радиацион баланси, ер юзасининг альбедоси ва унда жойлашган барчаси, шунингдек Қуёшнинг Ер юзини ёритиши ҳақидаги маълумотлар

инсониятнинг ҳаёт фаолиятига ва иқтисодийнинг кўпгина соҳалари учун жуда зарур.

Қуёш нурланиши билан боғлиқ маълумотларни актинометрик асбоблар бажаради, яна уларни радиометрлар деб аташади: пиранометрлар - горизонтал юзага тўғри келадиган йиғинди радиацияни, ҳамда осмондан келаётган ёйилма (диффуз) радиацияни ўлчайди; актинометрлар ва пиргелиометрлар - қуёшдан ва унинг атрофидаги осмоннинг  $5^\circ$  радиусидаги қуёш атрофи зонасидан тўғри чиқаётган қуёш радиациясини ўлчайди; альбедометр - Ернинг фаолиятли юзасидан қайтарилган қуёш радиациясини ўлчайди; балансомер - Ернинг фаолиятли юзасидаги радиацион балансни аниқлаш учун қўлланилади; гелиограф - қуёшнинг ёритиш давомийлигини, яъни қуёшнинг булутлар билан қопланмаган вақтини автоматик тарзда қайд қилиш учун ишлатилади.

Ўн йилликлар давомида актинометрик асбоблар принциплал жиҳатдан ўзгармаганлигини қайд этиш лозим. Шу кунгача ҳам термобатарейанинг қорайтирилган юзаси қуёш радиациясини қабул қилувчи мослама сифатида хизмат қилапти. Катта миқдордаги микроскопик «қабул қилгич» лари мавжуд бўлган нотекис таркибли қора селектив бўлмаган қоплама унга тушаётган кенг ораликдаги спектрал қуёш нурланишининг 98% ютиб қолади, яъни ер юзасига етиб келаётган қуёш спектрини барча қисмини қамраб олади (0,3-2,5 мкм). Жуфтлаштириб пайка қилинган ва электр жиҳатдан кетма-кет уланган терможуфтликлар йиғмаси-термобатарейаларнинг сезгир элементи сифатида хизмат қилади. “Иссиқ” юза орқали ютилган қуёш нурланиши унинг ҳароратини ошишига олиб келади. “Иссиқ” ва “совуқ” юзалар бир хил белгиланган ҳароратда ушлаб турилганда, улар ўртасидаги юзага келган ҳарорат фарқи унга тўғри пропорционал бўлган электр юритувчи кучни (ЭЮК) пайдо қилади. Актиниметрик асбобларни сезгирлиги ҳар бир асбоб учун алоҳида ўзига хос, шунинг учун ҳар бир радиометр ўзини алоҳида махсус калибрлаш коэффициентига эга ҳаттоки, бир хил модели асбоблар учун ҳам ўринлидир. Қўшимча қиламизки, радиометрларнинг қора қопламаларини спектрал сезгирлиги 2% камроқ. Ёки бошқача айтганда, радиометрларни спектрал оралиғида ҳар бир тўлқин узунлиги учун қопламани ютиши бир хил ва 2% аниқликни ташкил этади.

Амалиётда энг кўп қўлланишга эга пиранометрлар ҳисобланади, юқорида айтиб ўтганимиздек, улар йиғинди (глобал) ва ёйилган (диффуз) қуёш радиациясини ўлчайди. Қуёш станцияларининг ва бошқа гелиоқурилмаларнинг аксарият қисми йиғинди ва ёйилма радиациядан фойдаланади, яъни пиранометрлар ўлчов натижаларининг истеъмолчилари ҳисобланади. 12-расмда пиранометрларнинг ташқи кўриниши тасвирланган. Пиранометр термобатарейали головкадан, ярим сферик шиша қолпоқдан, штатив, қуритма ва соя қилувчи экрандан иборат. Замоनावий пиранометрларда кварц шишасидан қилинган қолпоқлардан фойданилади, чунки шиша қуёш радиациясини маълум қисмини ютади. Пиранометрлар кўрсаткичларига атмосфера таъсирини йўқотиш учун замоनावий пиранометрларда иккита кварц қалпоқдан фойдаланилади. Маълумки, ўлчов асбобини қабул қилувчи юзаси ва корпуси орасидаги ҳарорат фарқи кичик манфий чиқувчи сигнал пайдо қилади, кўпинча

бу нолдан силжиш деб аталади. Бу эффект ички қалпоқдан фойдаланиш ҳисобига минимумга келтирилади. Охирги вақтда юқорида айтилган эффектни камайтириш учун асбобларда вентиляциядан фойдаланилади, ҳамда сезгирликга тузатиш киритиш имконини берувчи, ички харорат датчиги бор бўлган пассив электр компенсация схемалари ўрнатилади.

4-жадвалда баъзи пиранометрларнинг асосий техник характеристикалари келтирилган.

4-жадвал.

№	Техник характеристикалари	Асбоб тури		
		М-80, Россия	СМР6, Нидерландия	СМ21, Нидерландия
1	Спектрал оралиқ	300-2500нм	Классификацияси ISO 9060:1990, биринчи класс 285-2800 нм	Классификацияси ISO 9060:1990, Иккиламчи эталон 285-2800 нм
2	Инерция (ишлаб кетиш вақти)	40 с	18 с	5 с
3	Максимал ишчи ёритилганлик	1500 Вт/м <sup>2</sup>	2000 Вт/м <sup>2</sup>	4000 Вт/м <sup>2</sup>
4	Сезгирлик	10-15 мкВ/Вт/м <sup>2</sup>	5-20 мкВ/Вт/м <sup>2</sup>	7-14 мкВ/Вт/м <sup>2</sup>
5	Термобатарейанинг қаршилиги	25-35 Ом	20-200 Ом	10-100 Ом

Амалиётда турли хил пиранометрлардан фойдаланилади, юқорида кўрсатилганлардан ташқари, Зонтага, ЭКО, Молля-Горчинского, SR-75, Беллани кабилар шулар жумласидандир. Бироқ, Бутун жаҳон Метрология Ташкилоти (БМТ) радиация маълумотлари Маркази маълумотига асосан Kipp and Zonen компанияси пиранометрларидан энг кўп фойдаланилади ЎзРФА “Физика-Қуёш”ИИЧБ. Материалшунослик Институтида ҳам Kipp and Zonen компаниясининг 2 та СМ21 пиранометрларидан ва 1 та СН1 пиргелиомеридан фойдаланилади.

Бир қатор мамлакатларда қуёш нурланишини қабул қилувчи дачиклар сифатида ярим ўтказгич элементлари бўлган пиранометрлар ишлатилади. Бу АҚШда ишлаб чиқарилган Li-cog ва Эппли RSP пиранометрлари. Бироқ БМТ улардан фойдаланишни тавсиф қилмайди, чунки бу кўрсатилган асбобларни сезгирлик спектри ночизиқли ҳарактерга эга ва маълумки, уларга селективлик ҳусусияти хосдир. Эппли RSP асбобларини спектрал оралиғи 400-1100 нм, Li-cog эса спектрал оралиғи 400-700 нм (кўринарли спектр) ва 400-1100 нм асбоблар ишлаб чиқаради. Бошқа тарафдан бу асбобларни калибрлаш классик

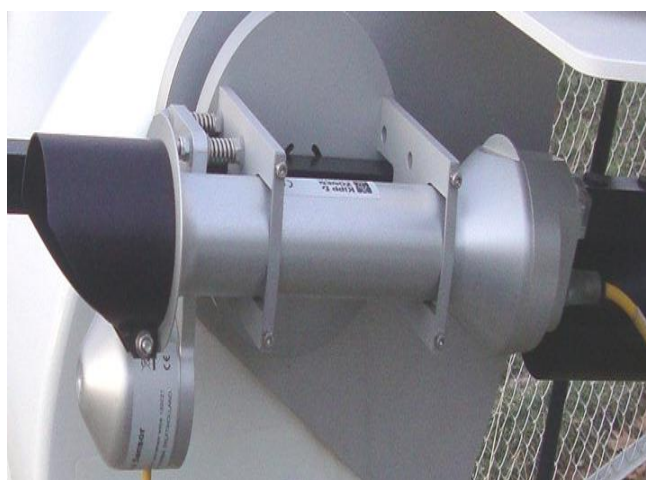
пиранометрлар билан солиштириш йўли билан ўтказилади, чунки спектрал номосликликлар муаммоси юзага келади, хатолиги эса  $\pm 5\%$  ташкил этади.

Юқорида эслатиб ўтганимиздек, қуёшнинг тўғри радиациясини ўлчайдиган асбоблар, актинометрлар ва пиргелиометрларда тўхталиб ўтамиз. Бу маълумотлар минора турдаги ва параболоид кўринишидаги қуёш станциялари ҳамда қуёш печлари қурилиши учун ТИА ишлаб чиқиш учун фойдаланилади. Кўрсатиб ўтилган қуёш қурилмалари, уларнинг мос равишдаги қабул қилувчи юзаларига фокусланадиган қуёшнинг тўғри радиациясида ишлайди.

Актиниметрлар ва пиргелиометрларни ишлаш принципи ва қуёш радиациясини ўлчайдиган пиранометрларнинг ишлашига ўхшаш. Фарқли асбобларни ўзининг конструкциясида ҳамда уларни доимий равишда қуёшга йўналтирилган бўлишидадир. 1-расмда АТ-50 актинометр и СН1 пиргелиометри кўрсатилган.



12-расм а) Актиниметр АТ-50



12-расм б) Kipp and Zonen компанияси СН1 пиргелиометри

Қуёш радиациясини қабул қилувчи мосламалар актинометр ва пиргелиометр трубкалардан иборат. Диафрагмалари бор трубка қабул қилгични шамол ва ёйилма радиацидан ҳимоя қилади. Асбоблар тешикларини марказий бурчаги  $10^\circ$  тенг. Бу асбобларни қабул қилгич маркази қуёшдан ва осмонни қуёш ёни зоналаридан  $5^\circ$  радиусда радиация қабул қилишини билдиради. Асбобларни деразалари кварц шишадан тайёрланган ва қуёш нурланиши спектрини 97-98% ўтказди ва қабул қилгичда ютилади. Асбоб трубкалари ичида асбобни намлик даражасини сошлаб турадиган селико-гелли ютгич мавжуд.

5-жадвалда АТ-50 актинометрини ва СН1 пиргелиометрини асосий техник характеристикалари кўрсатилган.

5-жадвал

№	Техник характеристикалари	Асбоб турлари	
		АТ-50, Россия	СН1, Нидерландия



1	Спектрал оралик	300-10000 нм	200-4000 нм
2	Инерция (ишлаб кетиш вақти)	<25 с	5 с
3	Ишчи ёритилганлик	40-1200 Вт/м <sup>2</sup>	0-4000 Вт/м <sup>2</sup>
4	Сезгирлик	<30 мкВ/Вт/м <sup>2</sup>	7-14 мкВ/Вт/м <sup>2</sup>
5	Террмобатарея қарши-лиги	30-100 Ом	10-100 Ом

АП-1, М-3 маркали биринчи модел актинометрлари, қуёшга қўлда йўналтирилади, чунки уларни конструкцияси шу қўл билан шунақа манипуляция ҳаракатларни бажаришга мослаштирилган. Замонавий асбоблар қоидага мувофиқ қуёшга йўналтириш станциялари билан ишлайди, мисол учун Kipp and Zonen 2P ва Solys 2 асбоблари. Ҳамда пиргелиометрларни компьютер ёки бошқа маълумот йиғиш тизимига улаш мумкин. Бунинг учун паст кучланишли аналогли бўлиши лозим, АЦП (Аналог-сонли айлантиргич) аниқлаш имконияти тизимни сергирлигини Вт/м<sup>2</sup> га 1 бит атрофида таъминлайди шарт. Қуёш нурланишини хонадан ташқарида ўлчаш вақтида аниқлаш имконияти катта бўлишига эҳтиёж йўқ, чунки иссиқлик мувозанати йуқлиги учун пиргелиометрлар ±2 Вт/м<sup>2</sup> гача силжиш кўрсатади. Дунёда юқорида кўрсатилган пиргелиометрлардан ташқари бошқа DR-01, DR-02, DR-03, Nip ва бошқалар сингари пиргелиометрлар ҳам ишлатилади, лекин аксарият ишлатиладигани булар Kipp and Zonen компанияси асбобларидир.

Актинометрик асбобни кейинги тури – альбедометрни кўриб чиқамиз. Маълумки, Альбедо, бу ҳар қандай жисм юзасини унга тушадиган нурланишни қайтариш (ёйиш) қобилятини тавсифловчи катталиқ. Альбедометрни ишлаш принципи осмондан ва қуёшдан юзага тушадиган ҳамда у юзага тушиб қайтарилган нурланишни ўлчашга асосланган. Бу тубдан қаралганда, Ер юзини ўрганиш учун хаво шарларига, кейинчалик самолёт ва сунъий йўлдошларга ўрнатилган спектрофотометрларни биринчи акси кабидир. Бу маълумотлар иқлимшунослик, қишлоқ ва сув хўжалиги, қурилиш ва бошқа соҳалардаги кенг доирадаги мутахассисларга зарур ҳисобланади.

Биринчи альбедометрлар иккита пиранометрлар асосида йиғилган, булардан биттаси қуёш ва осмонга қаратилган, бошқаси тадқиқот қилинаётган юзага қаратилган. SRA 01 турдаги замонавий, шу жумладан портатив альбедометрлар яратилган ва тайёрланган.

Кейинги актинометрик асбоб бу балансомер. Балансомер фаолият юзасидаги колдиқ радиацион балансни аниқлаш учун қўлланилади. Радиацион баланс қуёшнинг тўғри радиациясиз ўлчанади, бунинг учун балансомерни қабул қилувчи юзаси экран билан тўсилади. Бир вақтнинг ўзида актинометр

билан тўғри радиация ўлчанади. Тўлиқ баланс олиш учун горизонтал юзадаги тўғри радиация катталиги тўсилган балансометрда ўлчанган қийматга қўшилади. Кўпроқ замонавий балансомерлар бошқа принципга асосланган. Асбобда иккита радиация қабул қилгич бўлиб, биттаси юқорига қаратилган ва фаолият юзага тушаётган радиацини ютади, иккинчи қабул қилгич пастга қаратилган ва фаолият юзага тушмайдиган барча турдаги радиацияларни ютади. Балансомер кўрсаткичларига шамол таъсирини камайтириш учун балансомерни штил ша-роитларида текширишдан олдин, штиль учун ўтиш кўпайтмаси деб номланувчи ўтиш кўпайтмасидан фойдаланилади. Амалиётда балансомерларни турли хил-лари ишлатилади: CSIRO; Функа; Гира и Данкля, Щульца, Суэми-Франсила, М-10. Замонавий балансомерлар компьютер ёки маълумотларни йиғувчи бошқа турдаги тизимларга осонгина уланади.

Охирги актинометрик асбоб – гелиограф ёки уни яна қуёш ярқирашини қайд қилувчи деб айтилади. Бу асбобларни ўлчов натижаларига қисқа ва узок муддатли об-хаво маълумотлари тузиш учун, климатлар пайдо бўлишини ўрга-нувчи климатология учун, Ер шари иқлими классификациясини тавсифлаш, ин-соният ва бошқа ҳаёт фаолияти учун кераклик ўсимликларни етиштиришни ре-жалаштириш ва районлаштириш учун қишлоқ хўжалигини био иқлимшунослиги ва агро иқлимшунослиги ўрганиш учун статистик маълумот-лар йиғувчи метеорологлар жуда муҳтождирлар. Гелиограф кун давомида, қуёш булутлар билан қопланмаган вақтда қуёш ёритиш давомийлигини автома-тик тарзда қайд қилиш учун хизмат қилади. Ёруғлик давомийлиги БМТ томо-нидан қуёшнинг тўғри нурланиши  $120 \text{ Вт/м}^2$  ошмаган вақт оралиғи соатларида аниқланади.

Кўп ўн йилликлар мобайнида қуёш ёритишини аниқлаш бўйича маълумот олиш учун бутун дунёда Кембелла – Стокса гелиограф тизимлари ишлатилган. Бунда шишадан ясалган, ёйсимон тагликга маҳкамланган, қуёш нурларини йиғувчи линза шар кўринишида бўлган. Қуёш нурлари шар деворларига тушиб, уларни линза сингари ўлчов бўлинмаси 0,5 ва 1 соат бўлган ёруғлик сезувчи лентанинг бир нуқтага фокуслаган. Қуёш силжишига қараб, осмонда лентага фокусланган нур тўплами ҳаракатланади ва у лентада куйдирилган полоса изи қолдиради. Қуёш булут билан қопланган вақтда полоса изи узилади. Кун охирида қуёш ёритиши тўғрисида тўлиқ маълумот пайдо бўлади, яъни қанча вақт кун ёруғ, қанча вақт булутли бўлгани ҳақида маълумот олинади.

Ҳозирги вақтда замонавий ва фойдаланиш учун қулай бўлган сезгирлиги 400 – 11000 нм спектрал оралиғида бўлган кремнийли фотодиодларда ишловчи CSD, SON, PREDE, CIMEL, PUMKO-CAMMER ва бошқа, қуёш ёритилганлиги ўлчаш датчиклари кенг қўланилмоқда. Бу асбобларда механик ҳаракатланувчи қисмлар йўқ, 12 В ўзгармас кучланишли манбада ишлайди. CSD асбоби шулар билан биргаликда музлашдан, қор ёпишиб қолишдан, шудринг тушишдан ҳимоя қиладиган ва ўзида ўрнатилган иситгичи мавжуд. Мазкур асбоблар компьютер ёки маълумотларни йиғувчи бошқа турдаги тизимларга осонгина уланади.

Қуёш датчиги энергетик ёритилганлигини ўзгартириш оралиғи турига қараб 0,01 дан  $1,3 \text{ кВт/м}^2$  ни ташкил этади. Маълумки, Қуёш нурланишининг Ер

атмосферасига етиб келадиган зичлиги ўртача  $1,367 \text{ кВт/м}^2$ . Бу катталиқ қуёш доимийси деб аталади. Олдин таъкидланганидек, Қуёш нурланиши атмосфера қатламидан ўтаётганда ўз қийматини маълум миқдорга йўқотади. Аслида булутсиз кунда Ер юзасига етиб келган қуёш оқими, кенглик, узоқлик, денгиз сатхидан баланлик ва йилга кўра аниқ жойдаги кун ярмида кўпинча 700 дан 1300  $\text{Вт/м}^2$  гача оралиғда бўлади.

Голландияда ишлаб чиқарилган СД - қуёш датчикларини асосий техник характеристикаларини келтирамиз.



13-расм. Актинометр АТ-50.

чиқувчи сигнал вақтининг ўрнатилиш вақти 1% хатолик билан 25 с кўп эмас;

- термобатарея қаршилиги- ?



14-расм. Универсал пиранометр М-80.

- сезгирлик  $1 \text{ кал/мин. см}^2$  7-11 мВ ;

- чиқувчи сигнал вақтини ўрнатилиш вақти 1% хатолик билан 40 с кўп эмас;

- термобатарея қаршилиги 25 -35 Ом.
- Пиранометр головки М-115М:
- сезгирлик  $\text{кВт/м}^2$  8-12 мВ
- чиқувчи сигнал вақтини ўрнатилиш вақти 1% хатолик билан 35 с кўп эмас;
- термобатарея қаршилиги 30 - 40 Ом.

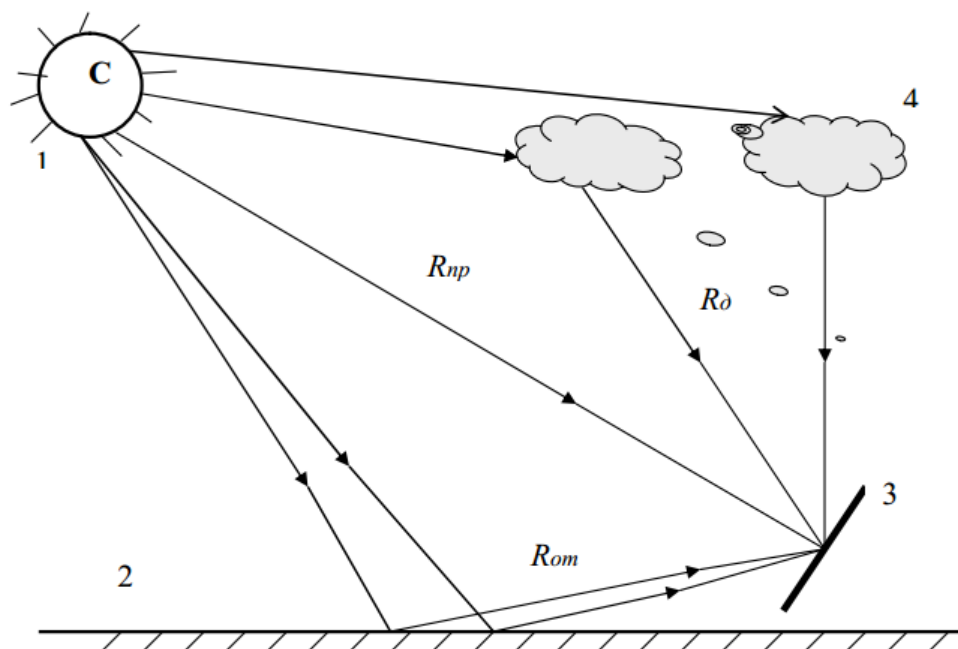
4. Космосда қуёш энергияси тўғри йўналган қуёш нурланиши оқими деб аталган тўғри чизик кўринишидаги ёруғлик дастасидан иборат.

Ер юзасида ихтиёрий ориентациялашган қабул қилгич майдонга ҚН уч хил қуёш энергияси оқимидан иборат кўринишда тушади. Ер юзасида вақтнинг  $(t)$  ҳар momentiда қабул қилгич майдонгача ҚН йиғинди оқими  $R_{\Sigma}(t)$  қуйидагича

$$R_{\Sigma}(t) = R_{np}(t) + R_g(t) + R_{от}(t) \quad (8)$$

бу ерда, тўғри йўналган қуёш энергияси оқими –  $R_{np}(t)$ ; атмосфера таркибидаги булут, аэрозоль, чанг зарралари томонидан диффуз ёки сочилган –  $R_g(t)$ ; Ер сиртидан ҚН бир қисмининг аксланган ҳолатда қайтиши –  $R_{от}(t)$ .

Агар қабул қилгич майдонга космосда жойлашган бўлса,  $R_{\Sigma}(t)$  фақат  $R_{np}(t)$  дан ташкил топган оқим ҳисобига амалга ошади, Ер шароитида эса кўпгина омилларга боғлиқ бўлади. Бу биринча навбатда қабул қилгич майдоннинг Қуёшга нисбатан геометрик жойлашувига боғлиқ бўлади.



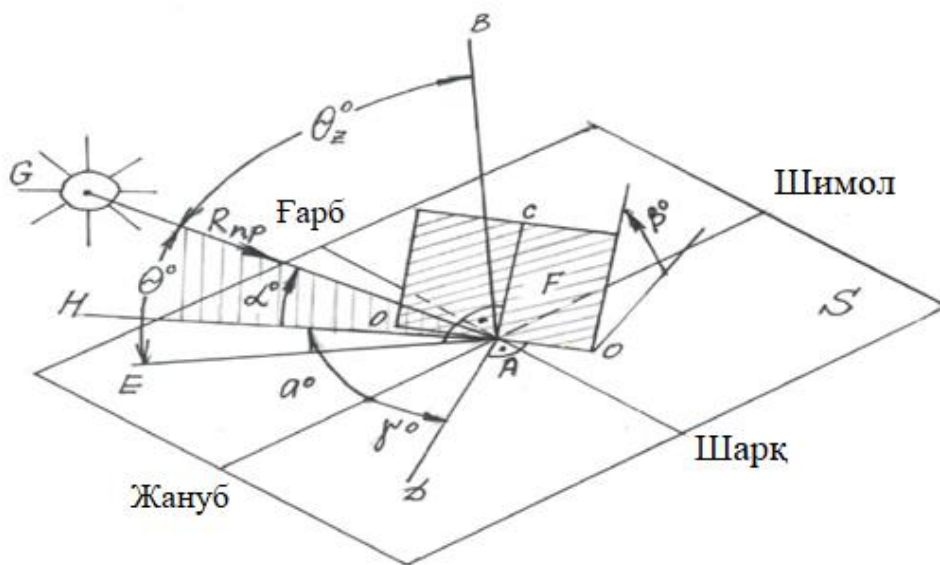
6-расм. Ер юзасида ҚН асосий ташкил этувчилари

1-Қуёш, 2-Ер юзаси, 3- Қабул қилгич майдон, 4- булут, аэрозоль, чанг.

Бу фикрларни исботини 7-расмда келтирилган чизма, яъни Ерда А (координаталари  $\varphi_A^0$  – шимолий кенглик, град.,  $\psi_A^0$  – шарқий узунлик, град.)

нуктада жанубга нисбатан қияланган ихтиёрый ориентацияланган ясси қабул қилгич майдончада кўриш мумкин.

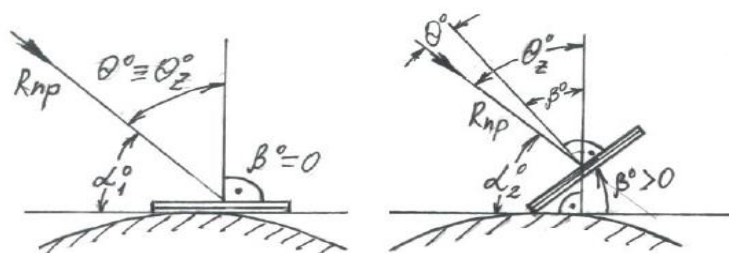
7-расмнинг шартли белгиланишлари:  $S$  –  $\beta^0$  бурчак остида жанубга қияланган ихтиёрый ориентацияланган  $F$  ясси қабул қилгич майдонча жойлашган. Ердаги  $A$  ( $\varphi^0, \psi^0$ ) нуктадаги горизонтал майдонча,  $OO$  –  $F$  ва  $S$  текисликларнинг кесишиш чизиғи,  $ADE \in S$  ва  $AD \perp OO$ ;  $ACE \in F$  ва  $AC \perp OO$ ;  $AE \perp F$ ;  $AB \in S$ ;  $G$ -Қуёш;  $AHE \in S$  ва  $AH$  чизиқ  $AG$  нинг  $S$  даги проекцияси бўлади.



7-расм. Ерда ясси қабул қилгич майдоннинг Қуёшга нисбатан геометрияси

$R_{np}(t)$  га нисбатан  $F$  қабул қилгич майдонча учун қуйидаги бурчакларни билиш ўта муҳимдир.  $\Theta^0$ - $GA$  ва  $F$  га перпендикуляр ўртасидаги бурчакка тенг бўлган Қуёш тушиш бурчаги; ( $\gamma^0=0$  бўлса майдонча жанубга қатъий ориентацияланган бўлади,  $\gamma^0 < 0$ , яъни  $-90^0 \leq \gamma^0 < 0$  бўлса ғарб томонга ориентацияланган бўлади).  $\alpha^0$ -Горизонтга нисбатан Қуёшнинг баландлик бурчаги,  $a^0$  – Қуёшнинг азимути ёки  $GA$  проекцияси ва жануб йуналиши орасидаги бурчак,  $\alpha^0$  ва  $\gamma^0$  бир бири билан мос тушиши мумкин.  $\Theta_z$  – Қуёш ёки ҚН нинг зенит бурчаги.

8-расмда горизонтал ( $\beta^0 = 0$ ) ва қабул қилгичнинг қияланган ( $\beta^0 > 0$ ) ҳолатлари учун  $\Theta^0$  ва  $\Theta_z^0$  ўртасидаги муносабат келтирилган. Маълумки, қачонки  $\beta^0 = 0$  бўлса  $\Theta^0$  ва  $\Theta_z^0$  бир бирига тенг бўлади, яъни  $\Theta^0 = \Theta_z^0$ .



а) б)  
 8-расм.  $\Theta^0$  ва  $\Theta_z^0$  нинг ўзаро муносабати

8-расмда шундай шарт қабул қилинганки, Қуёшнинг баландлиги иккала а ва б ҳолатлар учун бир хил, яъни  $\alpha_1^0 = \alpha_2^0$ . Аммо қабул қилгич майдончага тушаётган қуёш энергиясининг миқдори  $R(t)$  (9-формула) ҳар хилдир.

$$R(t) = R_{\text{пр.}}(t) \cos \theta^0(t) \quad (9)$$

Аниқки, бу ҳолат учун  $R(t)$  нинг қиймати а ҳолатга нисбатан каттадир. Умуман олганда, кўпгина ҳолларда қабул қилгич майдончага тушаётган тўғри йуналган ҚН тушуви  $\Theta^0(t)$  қиймати билан аниқланади.

Ҳисоб даври  $T=t_k-t_0$  (яъни  $(\beta^0(t) = \beta^0, \gamma^0(t) \neq \gamma^0)$  ҳисобига ва  $\beta^0 \neq 0, \gamma^0 \neq 0$  эга бўлган доимий вақт давомида  $A(\varphi^0, \psi^0)$  нуқтада қабул қилгич майдончанинг Ер ўқи атрофида ва Қуёш атрофида орбита бўйлаб Ернинг текис ҳаракатланиш шароити учун исталган вақт моментида  $t$  назарий ҳисоблаб топиш мумкин.

$$\begin{aligned} \cos \theta^0(t) = & \sin \beta^0 \cdot [\cos \delta^0(t) \cdot \{ \sin \varphi_A^0 \cdot \cos \gamma^0 \cdot \cos \omega^0(t) + \sin \gamma^0 \cdot \sin \omega^0(t) \} - \\ & - \sin \delta^0(t) \cdot \cos \varphi_A^0 \cdot \cos \gamma^0] + \cos \beta^0 \cdot [\cos \delta^0(t) \cdot \cos \varphi_A^0 \cdot \cos \omega^0(t) + \sin \delta^0(t) \cdot \\ & \sin \varphi_A^0], \end{aligned} \quad (10)$$

(10) тенгламани бир қанча тригонометрик ўзгартиришлардан сўнг қўйидагича тасвирлаш мумкин:

$$\cos \theta^0(t) = (A - B) \cdot \sin \delta^0(t) + [C \cdot \sin \omega^0(t) + (D - E) \cdot \cos \omega^0(t)] \cdot \cos \delta(t), \quad (11)$$

бу ерда

$$\begin{aligned} A = & \sin \varphi_A^0 \cdot \cos \beta^0; \quad B = \cos \varphi_A^0 \cdot \sin \beta^0 \cdot \cos \gamma^0; \quad C = \sin \beta^0 \cdot \sin \gamma^0; \quad D = \\ & \cos \varphi_A^0 \cdot \cos \beta^0; \\ E = & \sin \varphi_A^0 \cdot \sin \beta^0 \cdot \cos \gamma^0. \end{aligned}$$

Қуёшга нисбатан қабул қилгич майдончанинг жойлашишининг баъзи характерли ҳолатлари учун (10), (11) формулаларни содда кўринишга келтириш мумкин:

Қабул қилгич майдончанинг горизонтал ҳолатда жойлашиши, яъни  $\beta^0=0$ :

$$\cos \theta^0(t) = \cos \vartheta_z^0(t) = \cos \omega^0(t) \cdot \cos \varphi_A^0 \cdot \cos \delta^0(t) + \sin \varphi_A^0 \cdot \sin \delta^0(t). \quad (12)$$

Қабул қилгич майдонча Ер юзасига перпендикуляр жойлашган бўлса, яъни  $\beta^0=90^0$ :

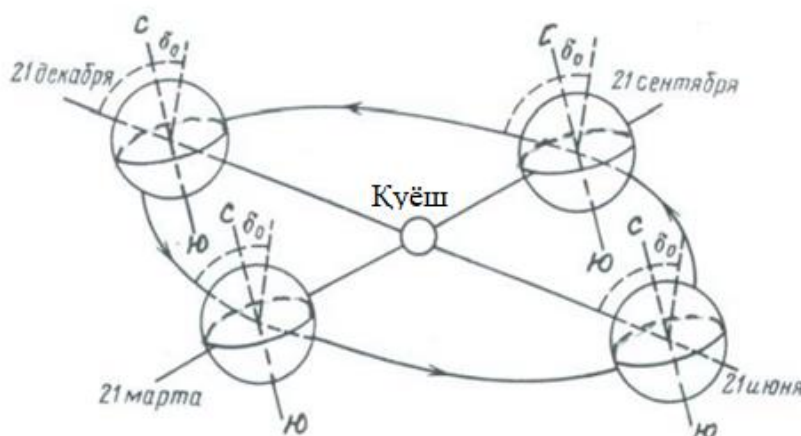
$$\cos\theta^0(t) = \cos\delta^0(t) \cdot \{\sin\varphi_A^0 \cdot \cos\gamma^0 \cdot \cos\omega^0(t) + \sin\gamma^0 \cdot \sin\omega^0(t)\} - \sin\delta^0(t) \cdot \cos\varphi_A^0 \cdot \cos\gamma^0 \quad (13)$$

Қабул қилгич майдонча Ер юзасида жанубга қатъий қияланган бўлса, яъни  $\beta^0>0$  ва  $\gamma^0=0$ :

$$\cos\theta^0(t) = \sin(\varphi_A^0 - \beta^0) \cdot \sin\delta^0(t) + \cos(\varphi_A^0 - \beta^0) \cdot \cos\delta^0(t) \cdot \cos\omega^0(t) \quad (14)$$

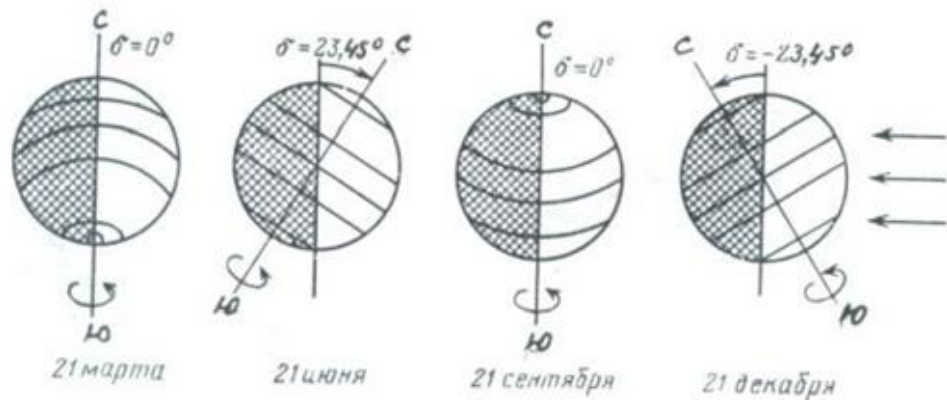
Юқорида кўрсатилган ҳамма формулалар учун  $\theta^0(t)$  ҳисоби учун иккита ўзига хос бўлган параметр қатнашмоқда:  $\delta^0(t)$  ва  $\omega^0(t)$ -мос равишда Қуёшнинг оғиш ва соат бурчаги ҳисобланади.

Ерда қабул қилгич майдончага тушаётган ҚН тушувига кучли таъсир этадиган ва жорий вақт momenti  $t$  ёки вақт интервали  $\Delta t$  учун Қуёшга нисбатан Ер шарининг ўзаро жойлашишини ҳисобга олиб бу параметрларни ҳисоблаш усуллари кўриб чиқамиз.



9-расм. Қуёш атрофида Ернинг айланиш схемаси. Ер юзасидаги ўрта чизик – экватор

9-10 расмларда мосравишда йил давомида Қуёш атрофида Ернинг айланиш схемаси ва йилнинг ҳар хил суткаларида Ер юзасининг Қуёш нурланиши билан ёритилиш схемаси тасвирланган.



10-расм. Йилнинг ҳар хил вақтларида

Ер юзасининг Қуёш нурланиши билан ёритилиш схемаси.  $0^{\circ}$ ;  $\pm 23,45^{\circ}$ ;  $\pm 66,55^{\circ}$  кенгликлар қайд этилган. Қуёш оғиш бурчаги  $\delta$  ўзгариши кўринарли тарзда келтирилган. ҚН оқими стрелкалар билан кўрсатилган.

Маълумки, Ер шари  $a=0,033$  га тенг эксцентриситетга эга бўлиб Қуёш атрофида эллиптик орбита бўйлаб ҳаракатланади. Бунда шартли равишда Ер ўқининг қиялик йуналиши фазода қатъий равишда Қуёш атрофида ҳаракатланаётган Ер текислигининг нормалига  $23^{\circ} 27' = 23,45^{\circ}$  бурчак остида жойлашади. Бу ҳолатда Қуёшга тўғри йуналган чизиқ ва Ер экватори текислиги (Экваториал текислик) орасидаги бурчак Қуёшнинг оғиши деб аталади. У сон жиҳатдан Қуёш атрофида Ернинг айланиш текислигига ўтказилган нормал ва Ернинг айланиш ўқи йўналиши орасидаги бурчакка тенг (10-расм). Шимолий яримшарда  $\delta^{\circ}$  бурчак йил давомида 21 декабрь учун  $-23^{\circ}27'$  дан, 21 июнь учун  $+23^{\circ}27'$  гача, қуёшли тенг кунликлар 21 март ва 23 сентябрь учун нолга тенг бўлиб ўзгаради.  $\delta^{\circ}(t)$  нинг максимал қиймати  $\delta^{\circ}$  орқали белгиланиб  $23^{\circ}45'$  га тенг.

Қуёшнинг оғиши берилган кун учун Купер формуласидан аниқланади:

$$\delta = 23,45 \sin \left( 360 \frac{284 + n}{365} \right) \quad (15)$$

бу ерда  $n$  - 1 январдан бошлаб ҳисобланадиган йил кунинг тартиб номери.  $n$  - сифатида одатда йил ойлари I-XII учун ой кунинг ўртача ҳисоб номери олинади. 284 – 21 мартдан 31 декабргача бўлган суткалар сони;  $360^{\circ}$  – бир йил ичида Қуёш атрофида Ернинг тўлиқ айланиб чиқиш қиймати.

Қуйида  $n$  ва  $\delta$  учун I-XII ой давомида қийматлари келтирилган.

3-жадвал

<b>n</b>	17	47	75	105	135	198	228	258	288	318	344
<b>δ, град.</b>	-20,9	-13	-2,4	9,4	18,8	21,2	13,5	2,2	-9,6	-18,9	-23

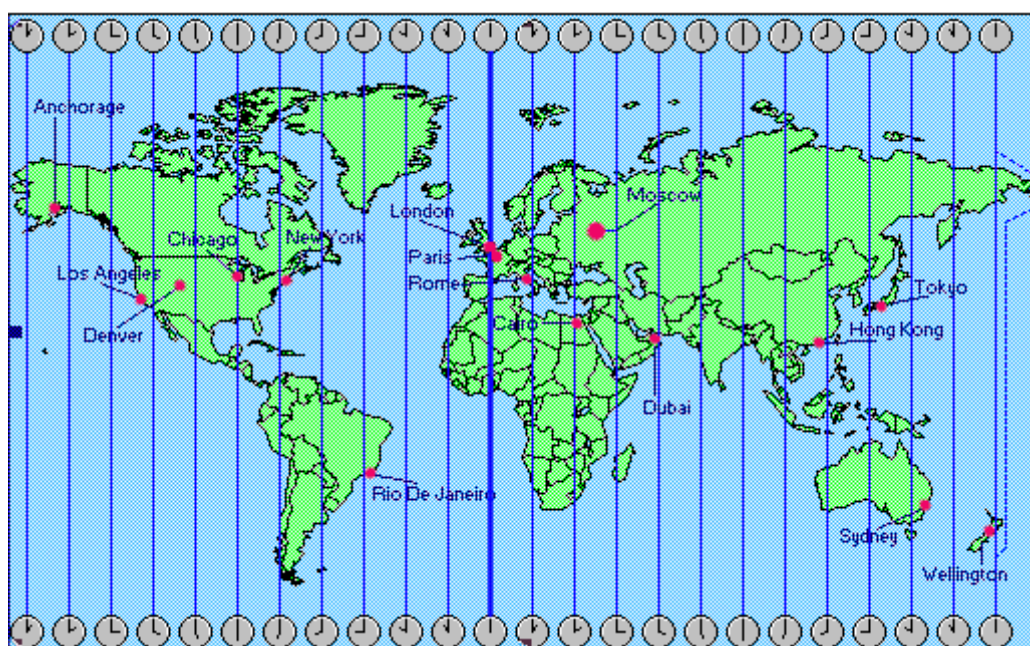


(11) формулада  $\theta^0(t)$  ҳисоблаш учун шунингдек  $\omega^0$  – Куёшнинг соат бурчаги, яъни қаралаётган нуқтада А ( $\varphi^0, \psi^0$ ) қуёшли ярим кунлик вақтдан бошлаб Ернинг бурилиши ҳисобига ҳосил бўлган бурчак тушунилади.

$$\omega^0(t) = \frac{15^0}{\text{соат}} \cdot (t - t_{\text{ya.kun}}) + E(t) + (\psi_A^0 - \psi_{\text{hudud}}^0) \quad (16)$$

бу ерда  $t, \text{соат}$  – қаралаётган вақт моменти (суткаларда);  $t_{\text{ya.kun}}, \text{соат}$  - А ( $\varphi^0, \psi^0$ ) нуқта мос тушадиган шу соат худудида қуёшли ярим кунлик маҳаллий вақти;  $E(t), \text{минут}$  – вақт тенгламаси графигидан тузатиш;  $\psi_A^0$  - А нуқтада географик узунлик;  $\psi_{\text{hudud}}^0$  – маҳаллий ярим кунлик ҳақиқий қуёшли ярим кунлик билан мос тушадиган шу меридионал текисликнинг географик узунлиги;  $\frac{15^0}{\text{соат}}$  – Ер ўз ўқи атрофида 1 соат давомида буриладиган бурчак;

Назарий жиҳатдан Ер шари 24 та соатли минтақаларга бўлиниб ҳисоби Буюк Британиядаги нол меридиандан (Гринвич) бошланади. Ҳар бир соатли зонанинг “кенглиги”  $15^0$  га тенг (узунлиги бўйича). Ҳар бир соатли зонада назарий жиҳатдан маҳаллий қуёшли ярим кунлик ҳақиқий қуёшли ярим кунлик билан мос тушадиган  $\psi_{\text{hudud}}^0$  координатага эга баъзи ўрта меридиан мавжуд.



11-расм.Ернинг соатли минтақалари

Табиий ҳолда бу зонанинг ичи вақт бўйича ўрта меридиандан фарқи бор ва 16 тенгламада учинчи ҳад сифатида  $\psi_A^0 - \psi_{\text{hudud}}^0$  кўринишида аксланади. Е шарида соатли минтақаларнинг умумий кўриниши 11-расмда схематик кўрсатилган. Ҳар бир соатли минтақада қуёшли ярим кунлик ҳақиқий вақти  $\psi_{\text{hudud}}^0$  узунликга эга А нуқта учун куннинг 12 соати билан мос тушади.

## 2.2. Қуёш энергиясининг кадастри ва унинг ўзига хослиги

Қуёш энергиясининг кадастри тушунчаси остида Қуёш энергетик қурилмалари ва параметрларини лойихалаш ва уларни молиявий-иқтисодий самарадорлигини баҳолаш, қуёш энергияси потенциал ресурсларини баҳолаш учун зарур бўлган  $S$  ( $m^2$  ёки  $km^2$ ) ҳудудлар учун ёки  $A$  ( $\varphi^0_A, \psi^0_A$ ) нуқтадаги ҚН бўйича тизимлаштирилган маълумотлар тушунилади. Қўрсатилган маълумотларда ҚН таъсир кўрсатадиган метеорологик омиллар ва ҚН тушушининг вақт-фазовий динамикаси хусусиятлари акс этиши зарур. Бу маълумотлар асосида асосий таъсир этувчи омиллар ҳисобига ҚН вақт бўйича ўзгариши – қаралаётган вақт қаторлари хусусиятларини акс эттирувчи махсус математик моделлар ишлаб чиқирилиши мумкин. ҚН ўзгаришини аниқ ифодалай олиш шу ёки бошқа мамлакатда қуёш энергетикасининг ривожланиш истиқболларини асослаш учун катта аҳамиятга эга деб қараш мумкин.

XX асрнинг охириг икки ўн йиллигида ва XXI асрнинг биринчи йилларида маълум бўлдики, атроф муҳитга инсоният фаолиятининг таъсири яққол намоён бўлмоқда. Кўпчилик ҳолларда ҚН учун тўғри йўналган Қуёш радиацияси қийматининг тизимли равишда камайиши ва диффуз радиациянинг ортиши, бир вақтда йиғинди ҚН оқимининг нисбий сақланиб қолаётганлиги кузатишмоқда. Шу билан бир қаторда ҚН учун ўтган йиллардаги кузатишлар натижасида олинган аниқ маълумотларни келгусида ҚН ўзгаришини прогноз қилишда қўллаш сезиларли қийинлашмоқда. Бошқача айтганда, бугунда қаралаётган ҚН вақт бўйича ўзгариш жараёни ҳозирда ҚН бўйича қаралаётган вақт қаторлари барқарорлиги ва эргодик талабларига тўлиқ жавоб бермайди.

Одатда Қуёш кадастри қуйидаги характеристикаларни киритиш мумкин:

Ўртача ойлик ва ўртача йиллик умумий булутлилиқ миқдори;

Очиқ ва булутлилиқ осмоннинг эҳтимоллиги;

Ўртача ойлик ва ўртача йиллик Қуёш порлашининг давомийлиги;

Ўртача булутлилиқ шароити учун горизонтал қабул қилгич майдончага тушаётган ҚН асосий ташкил қилувчиларининг ўртача соатлик тушуви;

Йил давомидаги атроф муҳит ҳарорати кўрсаткичлари;

Ҳудуд атмосфера таркибида чангланиш концентрациясининг миқдори;

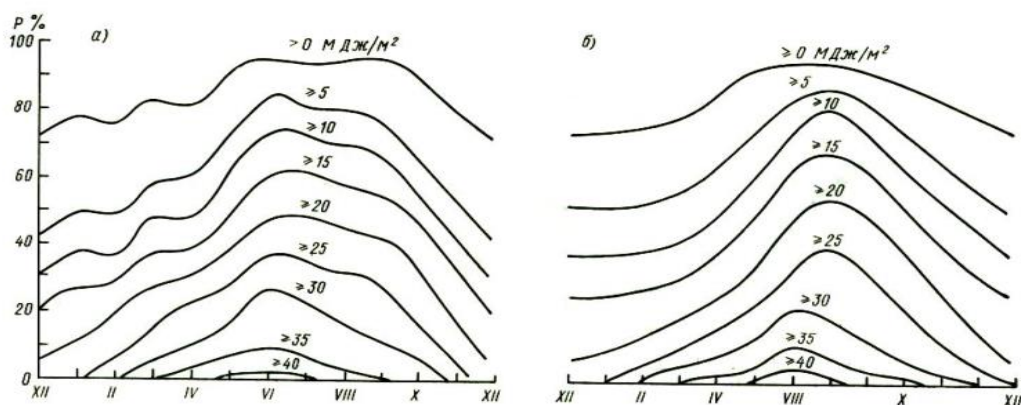
Шамол тезлиги ва йўналишлари.

Қуёш кадастри бўйича энг аниқ тизимлаштирилган тадқиқотлар ўтган асрнинг 80-йилларида Грузияда амалга оширилган эди. Бу қуйидаги сабаблар билан тушунтирилади. Биринчидан, собиқ СССР ҳудудидаги бошқа давлатларга нисбатан ҚН юқори қийматига эга эканлиги бўлса, иккинчидан, Грузияда ўша вақтда етарли даражада актинометрик метеостанцияларнинг (АМС) мавжудлигидир.

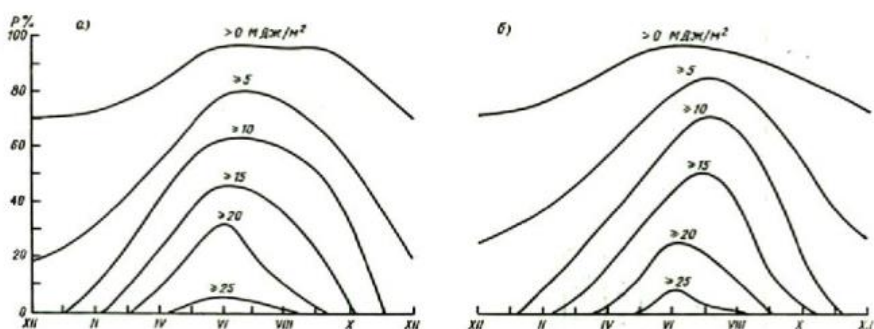
Шунингдек Тбилисида ҚН тўғри йўналган оқими бўйича тизимлашган кузатишлар 1926 йилда олиб борилди, йиғинди ва диффуз ҚН бўйича 1937 йилдан олиб борилди. Грузияда XX асрнинг 50-йиллари ўртасида олти АМС (Сухуми, Крест домини, Цхакая-Торса, Телави, Анасули, Цалка) фаолият кўрсата бошлади. Шундай қилиб, ўтган асрнинг 90-йилларида Грузияда ҚН

бўйича тизимлаштирилган маълумотлар тузилган эди: Тбилисида – тўғри йўналган ҚН оқими радиациясини аниқлаш бўйича 50 йилдан ортиқ, диффуз ва йиғинди ҚН оқими радиацияси бўйича 40 йилдан ортиқ, қолган АМС маълумотлари бўйича 30 йилга яқин фаолият олиб борилди. Узоқ йиллик кузатишлар натижасида қуйидаги ҚН характеристикалари ( $\mathcal{E}_\Sigma$ ,  $\mathcal{E}_{пр.}$ ,  $\mathcal{E}_д.$ ,  $\mathcal{E}_{отр.}$ ,  $T_{сс}$  ва бошқалар) олинди, шу асосида тўртта асосий тақсимланиш моменти ҳисобланди: математик кутиш,  $C_v$ ,  $C_s$  ва  $\sigma$ . ҚН асосий характеристикаларининг эгри тақсимланиши ҳисобланди, яъни  $\mathcal{E}_\Sigma(p)$ ,  $\mathcal{E}_{пр.}(p)$ ,  $\mathcal{E}_д.(p)$ ,  $\mathcal{E}_{отр.}(p)$ ,  $T_{сс}(p)$   $\Delta t=1$  сутка, ой ва 1 йил. Кўрсатилган эгри тақсимланиш кўринишида йилнинг ҳамма ойлари бўйича ишлов берилди ва уларнинг характер кўрсаткичлари асосида график қурилди: тадқиқ этилаётган параметр қиймати ошкорлик эҳтимоллиги унга берилган хусусий қийматдан каттадир; тадқиқ этилаётган параметр қиймати ошкорлик эҳтимоллиги ҳар йил ойидаги баъзи қийматдан каттадир; ҚН оқими қийматига эга ҳар йил ойидаги кун сонлари эҳтимоллиги берилган қийматдан каттадир.

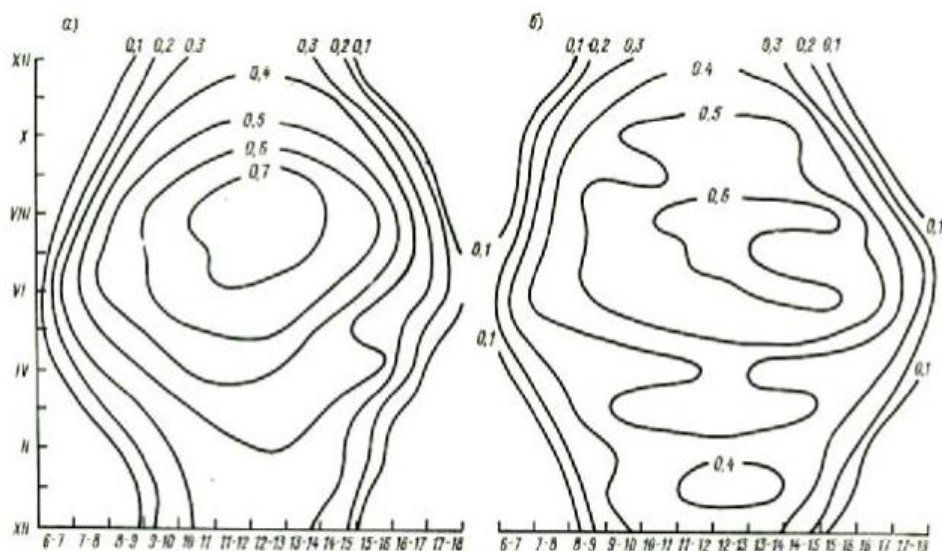
Юқоридагиларга намуна сифатида 15-19 расмларда Грузиядаги АМС учун умумлаштирилган эҳтимоллик характеристикалари келтирилган.



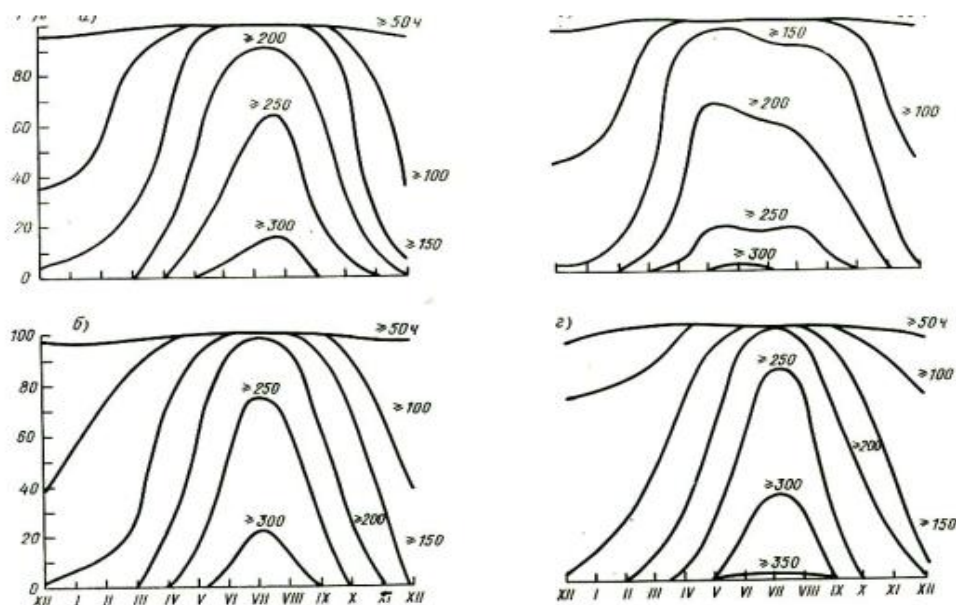
15-расм. Перпендикуляр юзага тушаётган тўғри йўналган қуёш радиациясининг суткалик йиғиндиси эҳтимоллиги а) Сухуми, б) Телави



16-расм. Горизонтал юзага тушаётган тўғри йўналган қуёш радиациясининг суткалик йиғиндиси эҳтимоллиги а) Сухуми, б) Телави

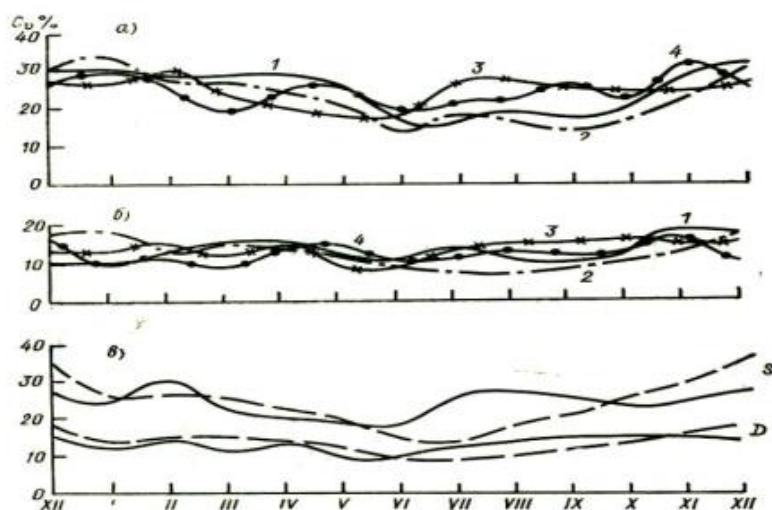


17-расм.  $S \geq 1,5$  МЖ да ойга кунлар сони эҳтимоллиги  
 а) Сухуми, б) Телави

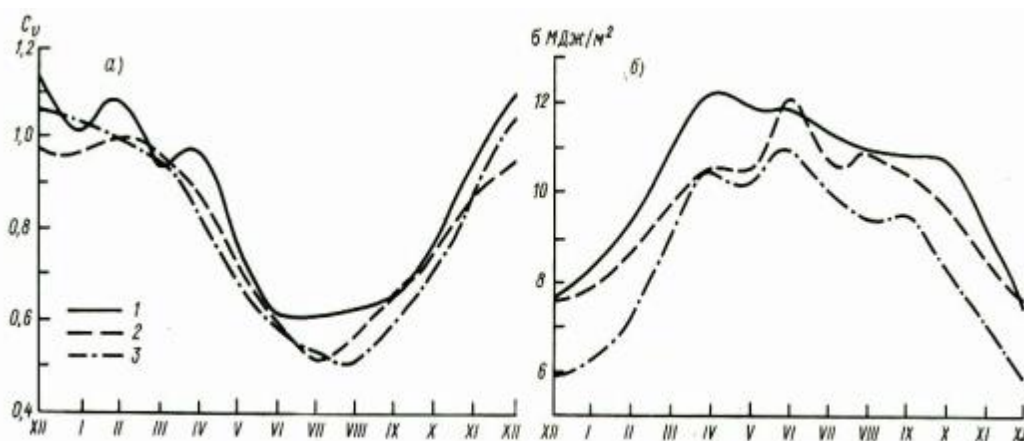


18-расм. Қуёш порлаши давомийлигининг ойлик йиғиндиси эҳтимоллиги а)  
 Сухуми, б) Тбилиси г) Бахмаро д) Телави

ҚН учун юқорида кўрсатилган бир қатор кузатиш натижаларини қайта ишлаш асосида еттига АМС да шунингдек  $C_v$ ,  $C_s$  нинг қийматлари  $\Delta t=1$  сутка, 1 ой ва 1 йил учун аниқланган эди. Намуна сифатида 19-расмда тўғри, диффуз ва йиғинди қуёш радиацияси ойлик қийматлари учун  $C_v$  қийматлари тақдим этилди.

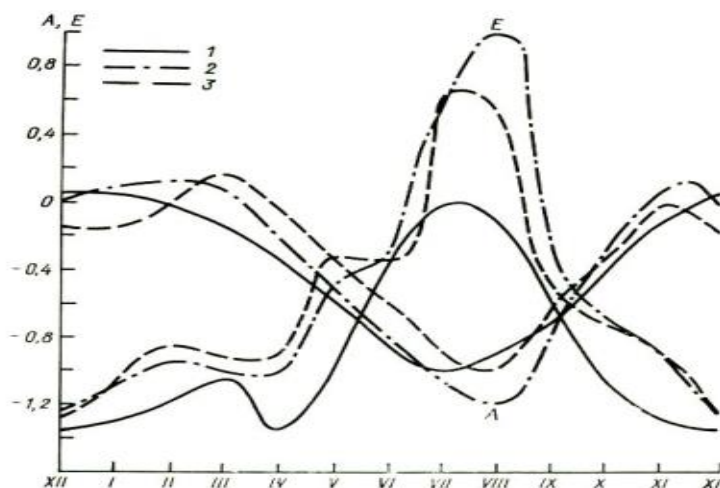


19-расм. Радиация ойлик йиғиндисининг  $C_v$  ўзгариши коэффициентининг йиллик натижаси а) станция учун тўғри радиация: 1-Телави, 2- Сухуми, 3- Анасеули 4-Цалка; б) шу станциялар учун йиғинди радиация; в) Анасеули (туташ чизик) ва Тбилиси (штрих чизик) учун тўғри ва сочилган радиация.



20-расм. Ўртача квадратик оғиш (б ҳолат,  $\sigma$ ) ва ўзгариш коэффициенти (а ҳолат,  $C_v$ ) учун йиллик натижалар.  
1-Сухуми; 2- Тбилиси; 3- Телави.

Ундан келиб чиқадики, энг катта ўзгариш қийматига (15÷30%) тўғри йуналган қуёш радиацияси ва энг кичик ўзгариш қийматига (10÷20%) –йиғинди ва диффуз ҚН эгадир.  $C_v$  нинг йиллик қиймати сезиларли даражада (5÷10%) га кичик. ҚН суткалик тушуви учун  $C_v$  қиймати сезиларли даражада катта (20 расмга қаранг). Қиш учун  $C_v=(100÷110)\%$ , ёз учун (50÷60)%.



21-расм. Йиғинди радиация суткалик сумма эксцесса ва асимметрия коэффициенти йиллик натижалари 1-Тбилиси 2-Сухуми 3- Телави

$C_s$  ва эксцесса  $E$  нинг бир йил давомида ўзгариш графиги 21 расмда келтирилган. Графикдан маълумки, ноябрдан апрель ойига қадар даврда  $C_s$  нолга яқин (яъни  $E_{сут.}$  тақсимоти - симметрик). Май-октябрь учун  $C_s < 0$ , июль-августда  $C_s$  абсолют максимум қийматга эга (-1,2).

$T_{cc}^{ой.}$  ойлик йиғиндиси ҳамма тўлқин диапазонини тасвирлашнинг қулай содда кўриниши бу номограмма бўлиб 22-расмда келтирилган. У ўртача кўп йиллик ойлик йиғинди маълумотлар асосида  $T_{cc}^{ой.}$  бу йиғиндиларнинг мумкин бўлган чегаравий қийматларини, шунингдек 10% дан ошмаган ҳолда хатолик даражасида исталган ой учун  $T_{cc}^{ой.}$  йиғиндисини ҳам аниқлаш мумкин.

Бажарилган ҳисоб китоблар шуни кўрсатадики, аралаш йилларда  $T_{cc}^{ой.}$  қийматини амалий жихатдан мураккаб тасодифий ҳодисалар кўринишида тасвирлаш мумкин. Шунингдек  $T_{cc}^{ой.}$  нинг узоқ йиллик ўзаро боғлиқлигига ҳам таалуқлидир (узоқ йиллар ва 1,2 га силжишлар).

30-40 йиллик кузатишлар учун  $T_{cc}^{ой.}$  нинг ҳисоби 2÷5 соат хатолик билан ўртача стандарт оғишда 4÷8 соатгача аниқликга эга. 70-80 йилгача қаторлар узунлигининг ортиши абсолют хатонинг 2 марта камайишига олиб келади.

Кундуз кунги қуёш порлашининг давомийлиги  $T_{cc}^{сутка.}$  ўзининг аниқ чегараларига эга: нолдан кичик бўлмаган ва  $T_{cc}^0$ -дан катта бўлмаган ҳолат АМС учун горизонт ёпиқлиги ва Қуёшнинг денгиз сатҳидан баланлигини ҳисобга олиб қуйидаги формуладан аниқланади:

$$T_{cc}^0(\text{соат}) = 2/15 \arccos(-tg\varphi^0 tg\delta^0) \quad (17)$$

$T_{cc}^{сутка.}$  тебраниши  $T_{cc}^{мес.}$  ва  $T_{cc}^{йил}$  га қараганда сезиларли даражада юқоридир. Бу айtilган маълумотларни 22-расм тасдиқлайди. Ундан келиб чиқадики, йил давомида  $C_v$  нинг ўзгариш диапазони июлда 0,4 дан декабрда 1,0 гача (ёки суткасига  $\pm(2,5\div 4,5\text{соат})$ ) ғоят муҳимдир. Умуман олганда, қиш шароити учун  $C_v$  0,8 дан 1,0 гача, ёз учун 0,4 дан 0,6 гача ўзгариб туради.

1. Мирзиёев Ш.М. Указ Президента Республики Узбекистан №УП- 3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг.» Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2017 г.

2. Каримов И. А. Указ первого Президента Республики Узбекистан №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии». Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2013г., №10. С.124

3. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Издательский дом МЭИ. 2008.

4. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент. ЎЗМУ, ўқув қўлланма. 2002.-96 б.

5. E.B. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini oʻrnatish, sozlash va ishlatish// Oʻquv qoʻllanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.

6. Н.В. Харченко Индивидуальные солнечные установки// - М.: Энергоатомиздат, 1991.-208 с.

7. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124

8. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219

9. Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга// Ташкент: Фан, 2015.-336 с.

### **Назорат саволлари**

Қуёш энергияси тушунчасига изоҳ беринг? Қуёш нурланишининг электромагнит таркиби нимадан иборат? Ер альбедоси атамасига фикрингизни билдириңг?. Оптик атмосфера массаси (АМ) нима?. Инсоляция нима?. Қуёш нурланишининг спектрал таркиби нимадан ташкил топган? Қуёш нурланиши оқим зичлиги, Қуёш радиацияси атамаларига фикрингиз? Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш борасида қандай ишлар амалга оширилмоқда? Қуёшнинг кимёвий таркиби, ҳарорати ва зичлиги қандай? Қуёшда кечадиган термоядро реакциялари тенгламаларини биласизми? Қуёш тожи, ядроси, хромосфераси, фотосфераси, яъни таркибий тузилишини айтиңг? Қуёш сарик юлдуз, Қуёшнинг коинотдаги ўрни, йиллик ҳаракати, силжиши ҳақида нималарни биласиз? Ўртача астрономик бирлик нима? Вақт тенгламаси графиги ҳақида фикрингиз? Фотон энергияси, Қуёш доимийси, Қуёш нурланиши спектрал зичлиги ҳақида нималарни биласиз? Мутлоқ қора жисм, Горизонтал қабул қилувчи майдонча тушунчаларига изоҳ беринг? Жанубга, Ғарб ёки Шарққа, шимолга ориентирланган вертикал қабул қилувчи майдонча, Қуёш нурланиши тушиш бурчаги, Зенит бурчакларига фикрингиз? Ҳудуд

кенглигининг йиғинди қуёш нурланиши оқимиға таъсири қандай? Қуёш оғиши ва Қуёш соат бурчагининг йиғинди қуёш нурланиши оқимиға таъсири қандай. Атмосферанинг йиғинди қуёш нурланиши оқимиға таъсири илмий изоҳланг? Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш борсидаги тадқиқотлар қай даражада?

Умумий булутлилик кунларнинг ўртача ойлик ва йиллик миқдори юртимизда қандай?. Очiq ва булутлилик осмоннинг эҳтимоллиги, Очiq об ҳавонинг барқарорлик коэффициенти, Қуёш энергиясининг ялпи потенциали ҳақида нималарни биласиз?

## **2-мавзу.Қуёш нурланишини бевосита яримўтказгичли материаллар асосидаги қуёш элементлари ёрдамида электр энергиясига ўзгартириш. Қуёш элементлари ва фотоэлектрик модулларнинг асосий параметрлари ва характеристикалари.**

### **Режа:**

1.Яримўтказгичли материалларнинг оптик ва электрик хусусиятлари. Материалнинг ютилиш коэффициенти. Каскадли қуёш элементлари.Қуёш элементларининг планар конструкцияси. Қуёш элементларининг вольт-ампер ва вольт-ватт таснифи.

2.Қуёш элементларини тайёрлашда ишлатиладиган материалларнинг хусусиятлари. Юқори самарали қуёш элементлари. Қуёш элементи ҳар бир конструкциясини хусусиятларини ўрганиш. Антиакслантирувчи қопламаларнинг физикавий хоссаларини ўрганиш. Омик контакт тушунчаси.

3. Қуёш элементининг фойдали иш коэффициентиға ҳарорат, ёритилганлик даражаси, кетма-кетлик ва параллеллик қаршиликларининг таъсири.Кристалл ва аморф кремний асосидаги қуёш модуллари. STC тест синови. Юпқа қатламли қуёш элементлари.

**Таянч сўз ва иборалар:** Яримўтказгичлар, кристалл, аморф, структура, фотон энергияси, тақиқланган зона кенглиги, каскад қуёш элементи, юпқа қатламли қуёш элементи, вольт-ампер ва вольт-ватт таснифи, антиакслантирувчи қопламалар, омик контакт, тўрли контакт, ўта қизиш, фотоэффект

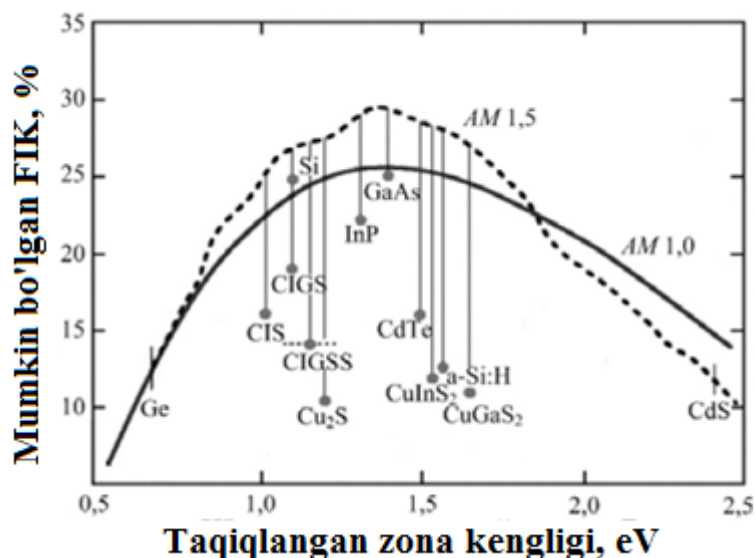
### **4.1. Қуёш элементи тайёрланадиган материаллар**

ҚЭ ишлаб чиқариш учун фойдаланиладиган материалларни санаб ўтишдан олдин улар учун ёруғлик ютишни танлашга асос бўлган мезонни кўриб чиқиш лозим. Бу мезон тақиқланган зона кенглиги деб номланади. Ҳақиқатдан ҳам  $E_g$  нинг камайиши нурланиш спектрининг катта қисмини фойдали ишлатишга имкон беради, яъни фототок зичлигининг  $J_{ph}$  ва ўз навбатида  $J_{sc}$  ортиши ФИК ортишиға олиб келиши керак. Бошқа томондан  $E_g$  нинг камайиши тўғридан тўғри  $U_{oc}$  ва FF камайишиға олиб келади, бунда  $J_{sc}$



ортиши  $U_{OC}$  ва FF камайишини компенсация қилмайди, шу сабабли ФИК камаяди. Гамоген ҚЭ назарий эришиладиган ФИК нинг ютувчи материалнинг тақиқланган зона кенглигига боғлиқлиги 15-расмда келтирилган.

Фотоэнергетика учун классик материал сифатида монокристалл кремний ҳисобланади, аммо унинг асосида структуралар ишлаб чиқиш – жуда технологик мураккаб ва қимматдир. Шунинг учун охириги вақтларда аморф кремний, арсенид галлий ва поликристалл яримўтказгичларга катта эътибор қаратилмоқда.



15-расм. ҚЭ максимал ФИК нинг материал тақиқланган зона кенглигига боғлиқлиги (25<sup>0</sup>С да)

**Поликристалл қуёш элементлари** 20 йилдан кам бўлмаган яроқлилиқ муддатига эга бўлиб уларнинг самарадорлиги қуёш нурланишининг тушиш бурчагига кучли боғлиқ эмас.

Бундай қуёш элементларини ишлаб чиқаришда ўстириш операцияси бўлмаганлиги сабабли уларни ишлаб чиқаришда энергия иқтисоди юқоридир ва арзон ҳисобланади. Аммо поликристалл кремний структураси соҳасида алоҳида кристаллчаларнинг ҳосил бўлиши сабаб бундай қуёш элементларининг кичик самарадорлиги 15..16% ни ташкил этади.

**Юпқа қатламли қуёш элементлари** – ҳамма қуёш элементларининг ичида энг арзон варианты бўлиб ишлаб чиқаришда энг кам сарфни талаб қилади.

Бундай қуёш элементлари асосидаги панеллар диффуз-сочилган нурланишда ҳам ишлай олади, тўғри йуналган қуёш нурланишини талаб қилмайди. Уларнинг йил давомида ишлаб чиқарган йиғинди қуввати аънаввий кристалл қуёш панелларига нисбатан 10...15% га кўпни ташкил этади. Юпқа қатламли қуёш элементларига аморф кремний (a-Si), кадмий теллур (CdTe) мисол келтириш мумкин. Аморф кремнийнинг тақиқланган зона энергиясини водород киришмасини киритиш (гидрогенезация) йули билан ўзгартириш мумкин. Водород билан легирланган аморф кремний (a-Si:H) аморф қуёш

элементларининг асоси ҳисобланади. Баъзида водород билан биргаликда ютувчи аморф қатлам сифатида германий аралашмасидан ҳам фойдаланилади ( $a\text{-SiGe:H}$ ). Аморф кремний қуёш элементлари учун ишчи ўтув соҳалари сифатида қўйидаги усуллар ишлатилиши мумкин: Шотки тўсиғи, МДҮ-структура, p-i-n структура.

Аморф кремний қуёш элементларининг асосий камчилиги эксплуатация вақтида деградацияланиши ҳисобланади. Бунинг натижасида унинг ФИК камаюви, бу эса унинг яроқлилик муддатини камайтиради. Айниқса, космосда кучли ионлашган нурланиш мавжудлигида уларни қўллаб бўлмайди.

Аморф кремний монокристалл кремнийли ҚЭ қараганда арзонроқ муқобил сифатида намоён бўлмоқда. Аморф кремнийда оптик нурланишни ютиш кристалл кремнийга қараганда йигирма марта самаралидир. Шунинг учун 300 мкм таглик қалинлигидаги қиммат кристалл кремнийли ҚЭ ўрнига 0,5-1 мкм қалинликдаги  $a\text{-Si:H}$  дан фойдаланиш етарли бўлади. Бундан ташқари монокристалл кремний  $m\text{-Si}$  асосидаги ҚЭ учун зарур бўладиган сайқаллаш, полировка, лазер нури ёрдамида кесиш зарурияти бўлмайди, юпқа пленкали  $a\text{-Si:H}$  дан фойдаланилганда катта майдон талаб қилинмайди. Поликристалл кремнийли ҚЭ билан таққослаганда  $a\text{-Si:H}$  асосидаги маҳсулотлар нисбатан паст ҳароратларда ( $300^{\circ}\text{C}$ ) ишлаб чиқарилади, арзон шиша тагликларидан фойдаланиш ҳисобига кремний сарфини 20 марта қисқартириш мумкин.  $a\text{-Si:H}$  асосидаги экспериментал ҚЭ да максимал ФИК ( $\sim 12\%$ ), кристалл кремнийли ҚЭ эса ( $\sim 23\%$ ).

Галлий-арсенид - юқори самарали ҚЭ яратиш учун истикболли материаллардан бири ҳисобланади. У қўйидаги хусусиятларга эга:

- Тақиқланган зона кенлиги 1,43 эВ;
- Қуёш нурланишини ютишнинг юқори самарадорлиги, ҳаммаси бўлиб бир неча микрон қалинлик қатлами зарур;
- Юқори радиацион барқарорлик сабаб бу материал фавқулодда космик аппаратларда фойдаланиш учун ишлаб чиқарилади;
- GaAs асосидаги ҚЭ нисбатан қизишга сезиларли эмас ( $150^{\circ}\text{C}$ );
- GaAs қотишмаларининг алюминий, мишьяк, фосфор ва индий билан ҳосил қилган характеристикалари GaAs характеристикаларини тўлдиради, ҚЭ лойиҳалашда имкониятларини кенгайтиради.

GaAs ва унинг қотишмалари асосидаги қотишмаларнинг асосий афзаллиги – бу ҚЭ дизайнини яратишнинг кенг имконияти диапазони ҳисобланади. GaAs асосидаги ҚЭ ҳар хил таркибдаги бир қанча қатламлардан ташкил топиши мумкин. Бу заряд ташувчиларни йиғишга ва генерация жараёнини бошқаришга имкон беради. Одатда GaAs асосидаги ҚЭ ўзига AlGaAs жуда юпқа қатламни бириктиради. GaAs асосий камчилиги унинг таннархининг қимматли эканлигидир. Ишлаб чиқаришни арзонлаштириш учун унинг тагликларини арзонроқ материаллардан ёки кўп марта фойдаланишга мўлжалланган тагликлар ишлатилиши мумкин.

ҚЭ тайёрлаш учун истикболли материаллардан бири CdTe ва CdS ҳисобланади. Баъзан CdS нинг шаффофлигини ошириш учун рух ҳам

қўшишади. CdTe ва унинг структураларини тадқиқ этиш XX асрнинг 60-йилларидан бошланган бўлиб у юқори оптик ютиш коэффициентига эга. Тақиқланган зона кенглиги 1,5 эВ га тенг, ҚН жадал ютиш учун юпқа пленка кўринишида ҳам фойдаланиш мумкин. CdTe асосидаги ҚЭ ҳар хил турлари ўртасида гамоген ўтишга эга, Шоттки тўсиғига эга, шунингдек  $Cu_2Te$ , CdS ва ITO (Шаффоф ўтказувчи оксид – қалай ва индий оксидлари аралашмаси) бирикмасидаги гетероўтишлар тадқиқ қилинган. Келгусида фойдаланиш учун энг яхши нуқтаъи назардан ва такомиллашгани n-CdS/p-CdTe ҚЭ ҳисобланади.

Қуёш элементлари p-n турли яримўтказгичли материаллардан ташкил топган. Қуёш нурланиши яримўтказгичли материал структурасида ютилиб электрон-коваклар жуфтлигини ҳосил қилади, сўнгра p-n ўтиш орқали ажратилиб элемент олд ва орқа юзасидаги металл контактларда йиғилади.

Қуёш элементларини оммавий равишда ишлаб чиқариш учун асосий материал сифатида ҳанузгача кристалл кремний ҳисобланади. Ҳамма қуёш элементларининг 80% дан ортиғи у асосида тайёрланган тагликлардан иборат бўлади. Қуёш нурланишини яхши ютиш қобилятига эга бўлмасида у бошқа яримўтказгич материалларга қараганда қатор афзалликларга эга:

- 1). Кремний Ер юзасида кремний оксиди шаклида кенг тарқалган.
- 2). Кремний зарарли ва фаол элемент бўлмагани учун атроф муҳитга зарар келтирмайди.

- 3). Микроэлектроника саноатида кремний технологияси яхши ўрганилган.

Кремнийли қуёш элементларининг амалиётдаги самарадорлиги 10-19% атрофидадир. Унинг юпқа пленкалари каскад қуёш элементларини тайёрлашда ҳам ишлатилади. Бу материалларнинг камчилиги вақт ўтиши, ҳарорат ортиши, юзасининг чангланиши билан характеристикаларининг ёмонлашишидир, шунингдек юқори технологиялик, ишлаб чиқаришдаги чиқимлилиқ ҳам ҳисобланади.

Қуёш фотоэлектрик панеллари қуёш нурланишининг бир қисмини доимий электр токига ўзгартириб фотоэлектрик станциянинг асосий қисми ҳисобланади. Қуёш элементлари бир бири билан уланган ҳолда модулларни (панелларни), модуллар бир бири билан уланиб йирик фотоэлектрик станцияни ҳосил қилади.

Ҳозирги вақтда қуёш фотоэлектрик панелларининг учта тури кенг тарқалган:

- монокристалл кремнийли;
- поликристалл кремнийли;
- юпқа қатламли

Қуёш нурланишини электр энергиясига юқори самарадор ўзгартирувчи бу монокристалл кремний асосидаги қуёш панеллари ҳисобланади: уларнинг ФИК амалиётда 18-19,5% ни, яроқлилиқ муддати эса 25 йилдан кам эмас.

Бундай панелларнинг асосий материали монокристалл кўринишидаги тоза кремний бўлиб кремний эритмасидан секин тортиб олиниб ўстирилади. Бу жараён Чохральский қурилмасида амалга оширилади. Бундай усул билан ўстирилган кремний стерженлари қалинлиги 0,2...0,4 мкм ҳолатда лазер қурилмасида кесилади, сўнгра едириш, силлиқлаш, тозалаш жараёнидан сўнг p-

n ўтиш амалга оширилади. Навбатдаги жараён пластинанинг орқа томони тўлиқ металл контакт билан қопланади, фронтал томони эса нм қалинликда лазер қурилмасида каналлар ҳосил қилинади ва металл тўрли контакт яратилиб, химоя қопламаси ётқизилади. Сўнгра фронтал юзада аксланишни камайтириш учун антиакслантиргич химоя қопламаси учиради. Юқоридаги жараёнлар қуёш элементини тайёрлаш босқичлари ҳисобланади.

Якка ҳолдаги қуёш фотоэлектрик панелларининг қуввати 10...400 Вт га етиши мумкин. Ушбу турдаги қуёш панелларидан оптимал қувват олиш учун уларнинг ишчи ҳарорати 15...25 °С атрофида бўлиши лозим, чунки максимал қувват олиш фақат очик ҳавода, атроф муҳит ҳарорати 25°С, панелларнинг йуналиши Қуёшга ориентацияланганда содир бўлади. Ҳаттоки, кичик булутлилик мавжудлигида ҳам уларнинг қуввати 70% гача камаяди, тўлиқ булутлилик вақтида 90% гача ҳам камайиши мумкин.

Шунинг учун амалиёт вақтида монокристалл панеллардан максимал қувват олиш учун уларни қуёш потенциали юқори бўлган ҳудудларга ўрнатиб Қуёш йуналишини автоматик кузатиш тизимига эга мосламалар билан таъминлаш лозим.

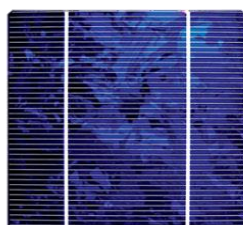
#### 4.2. Қуёш элементининг характеристикалари ва параметрлари

Қуёш элементлари (англ. **Solar cell**)- қуёш оптик нурланишини тўғридан тўғри электр энергиясига ўзгартирувчи яримўтказгичли материаллар ҳисобланади. Қуёш элементлари доиравий, псевдоквадрат, квадрат ёки тўғри тўртбурчакли шаклда бўлади. Псевдоквадрат қуёш элементининг стандарт ўлчамлари: 100x100 мм<sup>2</sup>, 125 x125мм<sup>2</sup>, 156x156 мм<sup>2</sup>, 210x210мм<sup>2</sup> бўлади.

Дунёда ишлаб чиқарилаётган қуёш батареяларининг 92% дан ортиғи кремний асосидаги яримўтказгич материаллардан тайёрланади. Кремний қуёш элементи структуравий таркибига кўра кристалл ва аморф кремнийларга бўлинади. Кристалл кремний ўз навбатида моно ва поликристалл кремнийларга бўлинади (16-расм).



m-Si Cell



p-Si Cell

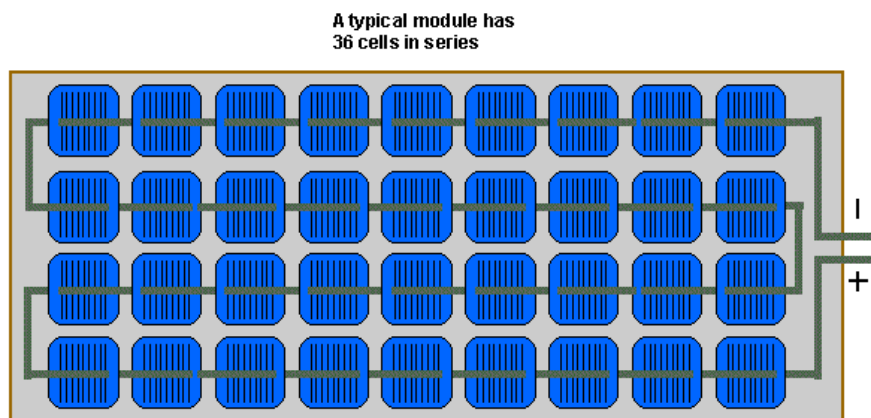


a-Si Cell

16-Расм. Кремний қуёш элементининг турлари

m-Si Cell –монокристалл кремний; p-Si Cell-поликристалл кремний;  
a-Si Cell-аморф кремний

Қуёш фотоэлектрик батареялари кетма-кет ёки параллел уланган ҚЭ дан ташкил топади. Стандарт ҳолда индивидуал фойдаланиш учун мўлжалланган қуёш батареяларини 36 та кетма-кет ёки 72 та аралаш ҳолда уланган ҚЭ ҳосил қилади (17-расм).



17-Расм. Стандарт 36 та ҚЭ дан ташкил топган фотоэлектрик батарея

ҚЭ ёруғликни йиғиш интенсивлигига, кимёвий таркиби, қалинлиги, қатламларнинг кристаллик структураси, битта тагликда бириктирилган элементлар миқдорига кўра синфланади. ҚЭ кристаллик таркибига кўра монокристалл, мультикристалл, поликристалл, микрокристалл ва нанокристалларга бўлинади. Монокристалл ҚЭ яримўтказгич кристалл кўринишида ютувчи ҚЭ дан ташкил топади. Мульти-,поли-, микро- ва нанокристаллик ҚЭ ўлчамлари, структураси, ҳар хил ориентациясига кўра яримўтказгичли кристалл ютувчи модда аралашмаси сифатига эга, уларнинг ўлчамлари ҚЭ турларини аниқлайди. Масалан, ўлчамлари 1 дан 100 мм гача – мультикристалл, 1 дан 1000 мкм- поликристалл, 1 мкмдан кичик бўлса – микрокристалл, 1 нм дан- кичик бўлса нанокристалл деб номланади.

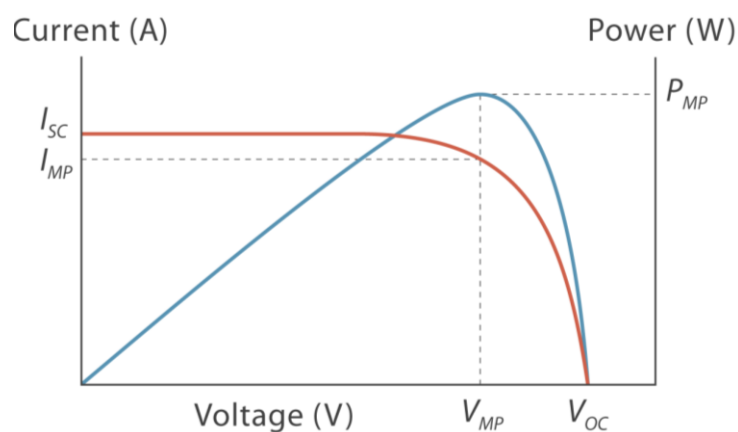
ҚЭ ютувчи материал таркибига кўра кремнийли,  $A^{III}B^V$  асосидаги яримўтказгичлар,  $A^{II}B^{VI}$  асосидаги яримўтказгичлар,  $A^I B^{III}C^{VI}_2$  асосидаги яримўтказгич ва аралаш турларга бўлинади. Қоидага мувофиқ, конструкциясининг қулайлиги ва ҚЭ ФИК ошириш учун унинг қатламларининг бирида ёруғлик ютилишини таъминлаш лозим. Бу ютувчи қатлам (ютувчи) деб номланади. Иккинчи яримўтказгич ёруғлик билан генерация қилинган заряд ташувчиларни йиғиш ва потенциал тўсиқни яратиш учун хизмат қилади.

ҚЭ ёруғлик ютувчи материал қалинлигига кўра юпқа пленкали (бир неча мкм) ва қалин пленкали (ўн ва юз мкм) турларга бўлинади. Ёруғликни йиғиш интенсивлигига кўра ҚЭ бирлик ва концентраторли турларга бўлинади. Бирлик ҚЭ фақат эгаллаб турган юзага тушаётган қуёш нурланиши оқим зичлиги учун мўлжалланган бўлиб ёруғлик йиғиш учун ҳеч қандай махсус жиҳозлар билан таъминланмайди. Концентраторли ҚЭ ёруғлик оқим зичлигини элемент юзасида бир неча марта оширишга имкон берадиган концентрацияловчи қурилмалар (линзалар ёки кўзгулар) билан таъминланади. Қоидага мувофиқ,

концентраторли ҚЭ ёруғликни юкори фотоэлектрик ўзгартириш кўрсаткичларига эга қиммат ёруғлик ютувчан материаллардан тайёрланади. Бундай ҚЭ белгиланишида Қуёшларда (suns) ўлчанадиган ёруғлик йиғиш коэффициентлари кўрсатилади.

ҚЭ вольт-ампер характеристикаси ҚЭ чиқиш токининг кучланишга боғлиқлигини кўрсатади (18-расм). ВАХ ўзгариши ҚЭ тушаётган ёруғлик оқими катталиги ва спектрал таркибига боғлиқ.

ҚЭ ва ФЭБ нинг асосий параметрларига қуйидаги катталиклар киради: салт юриш кучланиши ( $U_{oc}$ ), қисқа туташув токи ( $I_{s.c}$ ), пик (максимал) қуввати ( $P_{pik}$ ), номинал қувват ( $P_n$ ), фойдали иш коэффициенти ( $\eta$ ), максимал қувватдаги ток ( $I_{pmax.}$ ), максимал қувватдаги кучланиш ( $U_{Pmax.}$ ), вольт-ампер характеристикасини тўлдириш коэффициенти (FF), қисқа туташув токи зичлиги ( $J_{s.c}$ ). Фотоэлектрик батареяларнинг характеристикаларига эса спектрал характеристика, вольт-ампер ва вольт-ватт характеристикаси киради.



18-расм. ҚЭ вольт-ампер ва вольт-ватт характеристикалари

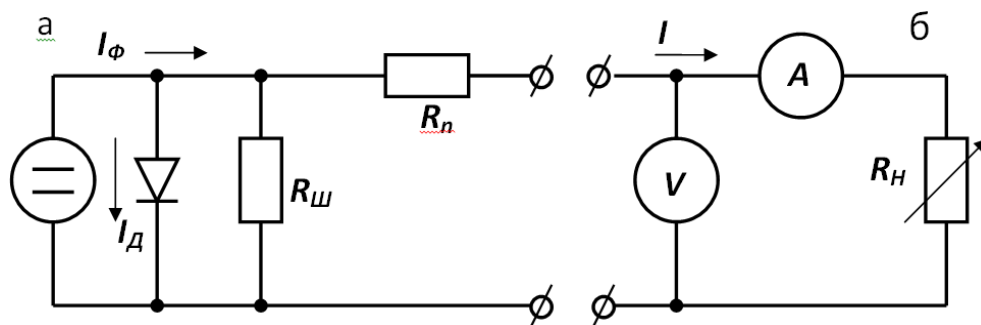
ҚЭ асосий характеристикаси ҳисобланган вольт-ампер характеристика (ВАХ), вольт-ватт характеристика (ВВХ) ва спектрал сезгирлик яримўтказгич материалларнинг оптик ва электрофизик хусусиятларига боғлиқдир. Қуёш элементларининг ВАХ, ВВХ характеристикасини ўлчаш учун қуйидаги схемалардан фойдаланилди (19- расм).

Қуёш элементларининг ВАХ p-n ўтишли яримўтказгичли диоднинг ВАХ дан янги  $I_\phi$  ҳаднинг пайдо бўлиши билан фарқ қилади.  $I_\phi$  – оптик нурланиш таъсирида қуёш элементида генерация бўлган токдир. Агар  $I_d$  – диод орқали оқаётган ток ва  $I$  – ташқи юкланма орқали оқаётган ток бўлса, у ҳолда,

$$I_\phi = I_d + I \quad (65)$$

$$I_d = I_0 + \left( \exp\left(\frac{qU}{kT}\right) - 1 \right) \quad (66)$$

диоднинг қоронғиликдаги характеристикаси,  $I_0$  – p-n ўтишнинг тескари йўналишдаги тўйиниш токи,  $q$  – электрон заряди,  $T$  – абсолют харорат,  $k$  – Больцман доимийлиги,  $U$  – кучланиш.



19-расм. Қуёш элементларининг эквивалент (а) ва ўлчаш (б) схемалари

Қуёш элементининг бирлик юзасидан олинаётган қувват  $P$  ни қуйидаги тенгламадан баҳолаш мумкин.

$$P = (I_H U_H) = FF I_{кз} U_{хх} \quad (67)$$

бу ерда,  $FF$  – вольт-ампер характеристиканинг тўлдириш коэффициентини, яъни ВАХ шаклининг тўғри туртбурчакка қай даражада яқинлигини кўрсатади. Тўлдириш коэффициентини ҳозирги замон ҚЭ ларида (кремний ва галлий арсениди асосидаги элементларда) 0,8 ва ундан каттадир.

#### 4.3. Қуёш элементининг фойдали иш коэффициентига ҳарорат, ёритилганлик даражаси, кетма-кетлик ва параллеллик қаршиликларининг таъсири

ФЭБ ҳарорати – умуман олганда ФЭБ электрик параметрлари ва самарадорлигини аниқловчи асосий омиллардан биридир. ҚЭ ҳароратнинг кўтарилиши уларнинг тақиқланган зона кенглигининг ортишига ва шу жумладан узун тўлқинли соҳада фотожавоб спектрининг кенгайиши ҳисобига фототокнинг бир оз ортишига олиб келади. Аммо, ҳарорат кўтарилганда фототокнинг ортиши салт юриш кучланиши ва ВАХ тўлдириш коэффициентининг камайишини компенсация қилмайди, натижада тўйиниш тоқининг экспоненциал ортиши ФИК сезиларли камайишига олиб келади. Ҳарорат кўтарилиши билан яримўтказгичларнинг тақиқланган зона кенлиги камаяди, ютиш чегаралари кичик энергия соҳасига силжийди. Кремний ва арсенид галлий ҚЭ учун  $E_g(T)$  монотон бўлиб қуйидаги ифода ёрдамида аппроксимацияланади:

$$E_g^{Si}(T) = E_g - \frac{4.73 \cdot 10^{-4} T^2}{T+636} \text{ эВ} \quad (68)$$

$$E_g^{GaAr}(T) = E_g - \frac{5.405 \cdot 10^{-4} T^2}{T+204} \text{ эВ} \quad (69)$$

Бу ерда  $T$ - ҚЭ ҳарорати.

Шунингдек, ноль ёритилганлик даражасида ҚЭ салт юриш кучланиши нолга тенг бўлмайди. Кремнийли ҚЭ учун унинг қиймати стандарт 25 °С ҳароратда қуйидагича аниқланади:

$$U_{xx} = \frac{1}{2} \left( \frac{E_g}{q_e} - \frac{3 kT}{2 q_e} \right) \approx 0.53 \text{ В} \quad (70)$$

Асосий бўлмаган заряд ташувчилар йуқ бўлган шароитда, яъни ёритиш бўлмаганда  $n$ -турдан  $p$ -турга яримўтказгичнинг ўтиш чегарасида потенциал тўсиқнинг шаклланиш назарияси билан тасдиқланади.

Салт юриш кучланиши ҳарорат ўзгарганда қуйидаги ифодадан топилади:

$$U_{xx}(T) = U_{xx,0} + \beta(T_0 - T) \quad (71)$$

бу ерда,  $U_{xx,0}$  – стандарт ҳароратда салт юриш кучланиши;  $\beta$  – кучланиш бўйича ҳарорат коэффициенти мВ/°С;  $T_0 = +25$  °С.

Баъзи илмий адабиётларда кучланиш бўйича ҳарорат коэффициенти ҚЭ ҳарорати 25 °С дан ҳар бир градусга кўтарилганда чизикли равишда -2,3 мВ °С<sup>-1</sup> га камайиши ёзилган.

$$\frac{\partial U_{xx}}{\partial T} \approx -2.3 \text{ мВ } ^\circ\text{С}^{-1} \quad (72)$$

Токнинг қиймати ҳар хил ҳароратларда ва ёритилганликда қуйидаги кўринишга эга:

$$I_{o,n} = I_{k,z} \left( \frac{E_{\Phi \text{ЭБ}}}{E_0} \right) - \alpha \left( \frac{E_{\Phi \text{ЭБ}}}{E_0} \right) (T_0 - T) \quad (73)$$

бу ерда  $I_{o,n}$ -ҳар хил ҳароратларда оптимал нуктада токнинг қиймати,  $A$ ;  $I_{k,z} \left( \frac{E_{\Phi \text{ЭБ}}}{E_0} \right)$  – ёритилганликка боғлиқ ҳолда қисқа туташув токининг



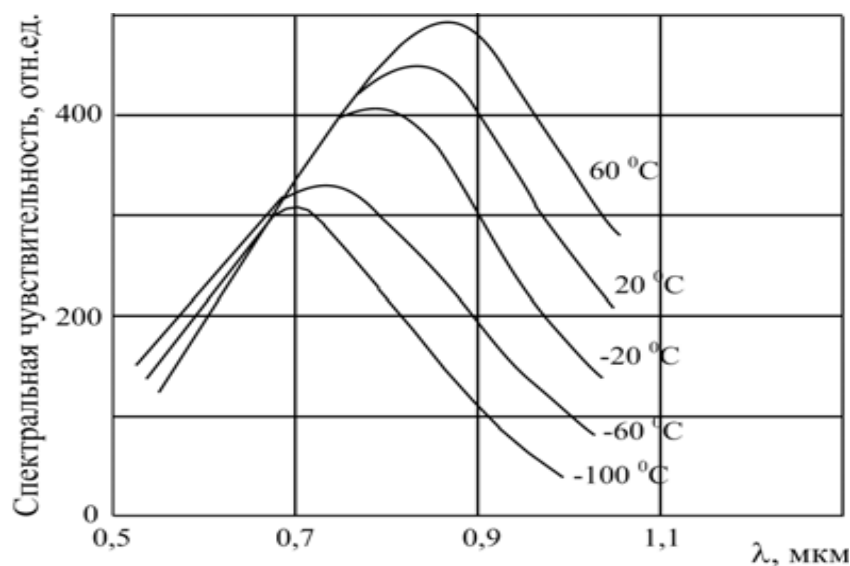
ўзгариши;  $E_0$  — стандарт шароитда ёритилганлик қиймати  $E_0 = 100 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ;  $E_{\text{ФЭБ}}$  — ФЭБ юзасига тушаётган қуёш нурланиши оқим зичлигининг кундуз вақтидаги ўртача ойлик қиймати  $\text{кВт/м}^2$ ;  $\alpha$  — ток бўйича ҳарорат коэффиценти  $\text{мкА/}^\circ\text{С}$ .

Тескари тўйиниш токи  $I_0$  ҳароратга боғлиқ ҳолда қўйидаги кўринишга эга:

$$I_0 = I_{0,н} \exp\left(-\frac{qU_{ххt}}{A_k k(t+273)}\right) \quad (74)$$

бу ерда  $A_k$ -диод коэффиценти.

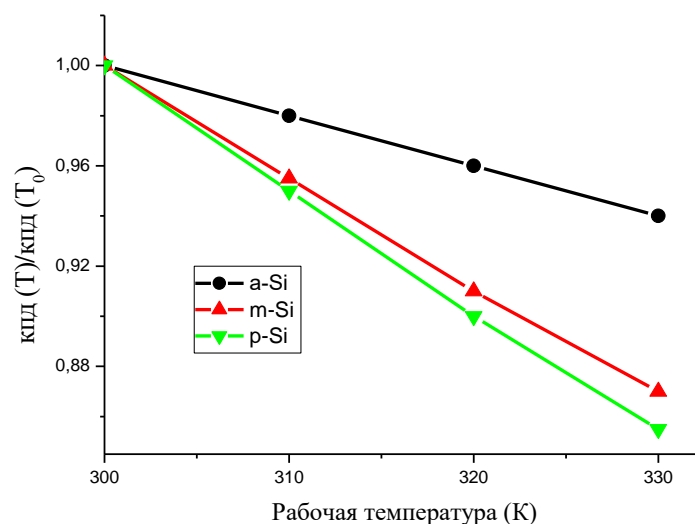
ФИК ҳароратга боғлиқ ҳолда, айниқса ишчи ҳароратнинг кенг интервал оралиқларида ҚЭ космосда ва иссиқ иқлим шароитида Ерда эксплуатация вақтида салбий ўзгариши катта аҳамият касб этади. Масалан, кремнийли ҚЭ узун тўлқинли спектр соҳасида спектрал сезгирлигининг кескин камайиши, (қиска тўлқинли қисмида бир қанча ўсишига) улар ҳароратининг камайиши кузатилади.



19-расм. Кремнийли ҚЭ спектрал сезгирлигининг ҳароратга боғлиқлиги

ҚЭ ҳар хил турларининг ҳароратга боғлиқлик характеристикалари ҳар хил боғлиқликка эга. Аморф кремнийли ҚЭ параметрлари кристалл кремнийли ҚЭ га нисбатан ҳарорат таъсирида камроқ деградацияланади (20-расм). Масалан, космос учун мўлжалланган арсенид-галлий ҚЭ юқори ҳароратларда ( $\sim 150^\circ\text{С}$ ) ҳам ўзининг самарадорлигини сақлаб қолади, шунингдек у радиацион барқарор элемент ҳисобланади.

Юпқа қатламли кадмий-сульфид ҚЭ  $100^\circ\text{С}$  гача ўзининг юқори самарадорлигини сақлаб қолади.



## 20-расм. Ҳар хил турдаги ҚЭ электрик самарадорлигининг ишчи ҳароратга боғлиқлиги

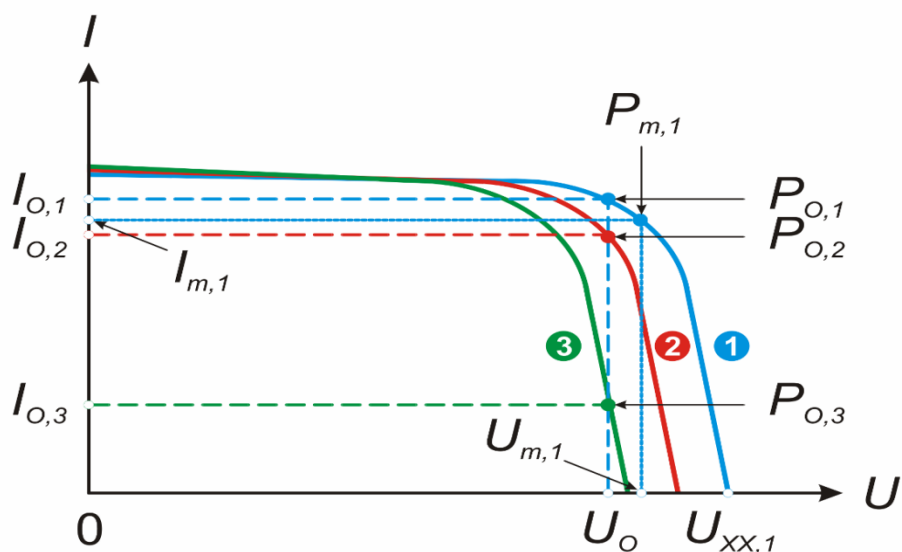
Белгиланиши:  $\eta(T)/\eta(T_0)$ - ФЭБ электрик самарадорлигининг стандарт шароитда ФЭБ самарадорлигига нисбати;  $\beta_0$  –ҚЭ тайёрланган материалнинг ҳарорат коэффициентини; m-Si, p-Si, a-Si – мос равишда монокристалл, поликристалл, аморф кремний ҚЭ белгиланиши. (одатда  $T_0 = 25^\circ\text{C}$ ,  $\eta_0 \approx 0.12$ ,  $\beta_0 \approx 0.0045^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $G = 1000 \text{ Вт/м}^2$ )

Марказий Осиё кескин континентал иқлим шароити, хусусан Ўзбекистонда йилнинг иссиқ мавсумларида (май-сентябрь) атроф муҳит ҳароратининг юқори кўрсаткичлари  $45\text{-}50^\circ\text{C}$  ФЭБ нинг эксплуатация вақтидаги параметрларини (салт юриш кучланиши, қувват, ФИК) камайишига олиб келади, бу ўз навбатида ФЭБ ҚЭ “ўта қизиши” билан асосланади.

“Ўта қизиш” – стандарт тест синови (STC) шароитларида ФЭБ паспорт маълумотларидаги техник кўрсаткичларнинг мос эмаслиги. Салт юриш кучланиши катталигининг камайиши билан аккумуляция тизимида АБ зарядлаш жараёни сезиларли камаяди.

ФЭБ паспорт маълумотларида кучланиш ва ток бўйича ҳарорат коэффициентлари кўрсатиб ўтилади, одатда ишчи ҳарорат  $+10\text{-}+80^\circ\text{C}$  оралиғи кўрсатилади. Аммо иссиқ иқлим шароитларида ҳарорат кўтарилиши натижасида ФЭБ нинг самарадорлиги камайиб паспорт кўрсаткичлари 50% дан камайиб кетади. Шундай қилиб Ўзбекистоннинг айрим минтақаларида 36 та ҚЭ дан тайёрланган ФЭБ йилнинг ёз мавсумларида параметрлари пасайганлиги сабабли самарали ишлай олмайди.

Ҳар хил атроф муҳит ҳароратларида ФЭБ жойлашган ҚЭ ҳароратларини ўлчаш ишлари бўйича тадқиқотлар олиб борилган. Масалан, Тошкент шаҳрида июль-август ойларида (соядаги атроф муҳит ҳарорати  $45\text{-}48^\circ\text{C}$ ) бўлганда, шамол тезлиги 1-3 м/с да ФЭБ ҳарорати  $72^\circ\text{C}$  дан ошган. Бу эса реал шароитда ФЭБ салт юриш кучланишининг 21,5 В (паспорт кўрсаткичи) дан 16,4-16,5 В га камайганлиги аниқланган (21-расм).



21-расм. Ҳар хил ҳароратларда кремнийли ҚЭ асосидаги ФЭБ нинг юкланмадаги вольт-ампер характеристикаси

1-атроф муҳит ҳарорати  $15^{\circ}\text{C}$  да (элементнинг орқа томонидаги ҳарорат  $37^{\circ}\text{C}$ );  
2-  $30^{\circ}\text{C}$  ( $54^{\circ}\text{C}$ ); 3-  $45^{\circ}\text{C}$  ( $71^{\circ}\text{C}$ ).

Бу тадқиқотлар асосида ФЭБ нинг янги конструкцияси ишлаб чиқилди. Республика ҳудудлари учун ФЭБ тайёрлашда уларнинг иқлим шароитлари (метеофакторларни назарда тутиб) ҳисобга олинди. Жанубий ҳудудлар учун (Қашқадарё, Сурхондарё вилоятлари) ФЭБ конструкциясида ҚЭ сони 42 тага, қолган ҳудудлар учун 40 га етказилди. Шу сабабли 40 ёки ундан кўп ҚЭ дан ташкил топган стандарт бўлмаган ФЭБ (NOST) талабларини тўлиқ қаноатлантиради.

Стандарт шароитдан фарқланувчи ҚЭ ёки ФЭБ электрик параметрларини ҳароратга боғлиқлиги ҚЭ материалга боғлиқ ҳолда эмперик муносабатлардан аниқланади. Монокристалл кремнийли ҚЭ асосий параметрларининг ҳароратга боғлиқлигини қўйидаги кўринишга эга:

$$\left. \begin{aligned} U_{xx}(t) &= U_{xx}(25^{\circ}\text{C}) \left[ 1 - a(t - 25^{\circ}\text{C}) \right] \\ I_{\dot{\epsilon},\zeta}(t) &= I_{\dot{\epsilon},\zeta}(25^{\circ}\text{C}) \left[ 1 + b(t - 25^{\circ}\text{C}) \right] \\ P_{\max}(t) &= P_{\max}(25^{\circ}\text{C}) \left[ 1 - c(t - 25^{\circ}\text{C}) \right] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

бу ерда  $a = (3,7 \cdot 10^{-3})^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $b = (6,4 \cdot 10^{-4})^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $c = (4 \cdot 10^{-3})^{\circ}\text{C}^{-1}$

SPP1.1 турли ФЭБ (Германия) ишчи энергетик характеристикаларига ҳарорат таъсирини баҳолаш бўйича тадқиқот натижалари 10-жадвалда келтирилган.

10-жадвал

Энергетик параметр	Ҳарорат, t °C		
	0	+25	+60
Салт юриш кучланиши $U_{с.ю.}$ В	22,4	20,5	17,8
Қисқа туташув токи $I_{к.т.}$ , А	2,93	2,98	3,05
ФЭБ максимал қувват нуқтасидаги ток, А	2,71	2,76	2,83
ФЭБ максимал қуввати, Вт	50,8	45	37,8

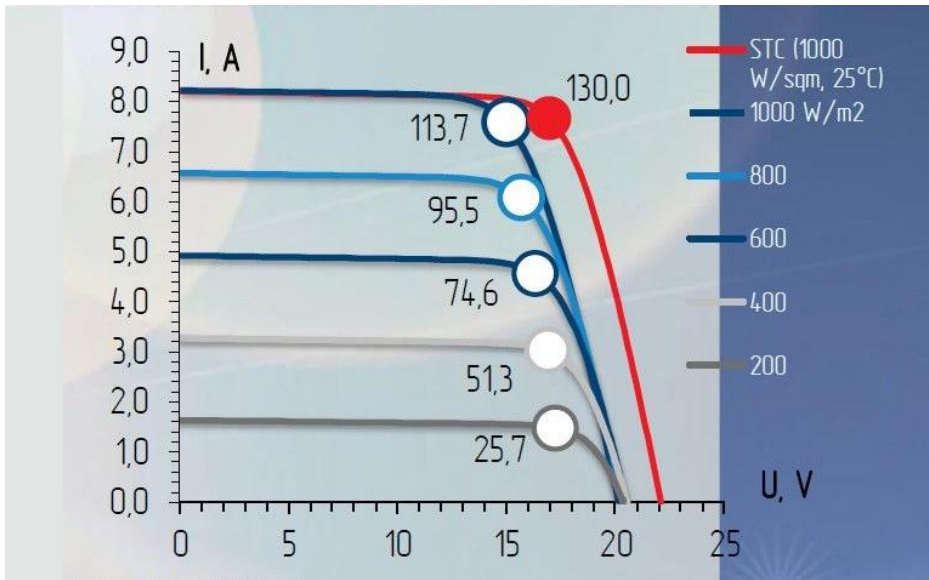
Айрим адабиётларда ҳароратга боғлиқ равишда ҚЭ ФИК ни аниқлаш учун тенгламалар келтирилади. ҚЭ ФИК ҳароратга боғлиқлиги чизиқли характерга эга бўлиб қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\eta = \eta_0 + \alpha_T (t - t_0); \quad (75)$$

Бу ерда  $t$  – ҚЭ эксплуатация вақтидаги ҳарорати, °C;  $\alpha_T$  - ҚЭ конструкцияси, турига боғлиқ ҳолда ФИК ҳарорат коэффиценти, (°C)<sup>-1</sup>;  $\eta_0$  – STC шароитида ҚЭ ФИК.

Юқорида қайд этилган маълумотлар асосида фотоэлектрик станциялар лойиҳалаштирилганда ҳисоб ишларида албатта ҳисобга олиш зарур.

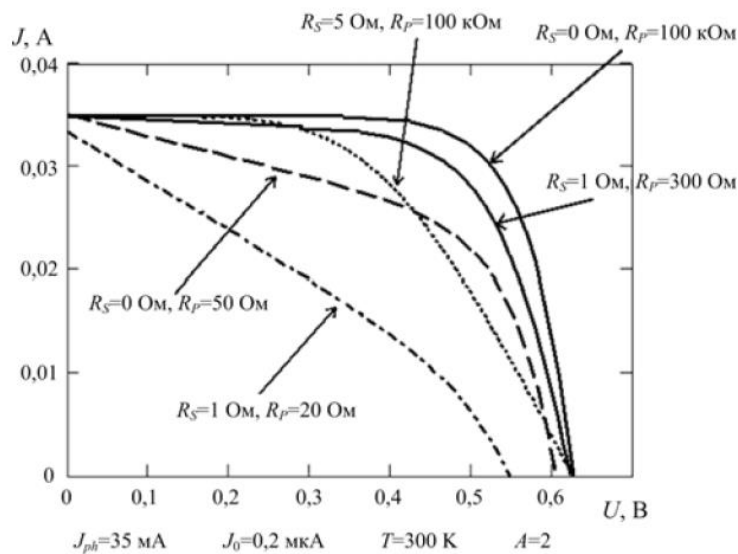
Олимларнинг тадқиқотларига кўра, чанг концентрациясининг юқори кўрсаткичи қуёш фотоэлектрик модулининг ва бошқа гелиоқурилмаларининг самарадорлигига салбий таъсир қилиб у қурилманинг ФИК ни 40-50 % гача камайтириши мумкин.



21-расм. Қуввати 130 Вт монокристалл турдаги фотоэлектрик модулининг ёритилганликка боғлиқлик ВАХ.

Қуёш фотоэлектрик панелининг қуввати ёритилганликка тўғри пропорционал равишда ўзгаради. Маълум аниқ ёритилганликда, яъни жуда паст қийматларда қуёш фотоэлектрик модули электр энергия беришни тўхтатади. Ёритилганлик кристалл турига, яъни кремний фотоэлектрик модуллари учун тахминан  $150 - 200 \text{ Вт/м}^2$  ни, аморф кремнийли модуллар учун  $100 \text{ Вт/м}^2$  атрофида бўлади (21-расм).

Шунингдек ФИК га кетма-кетлик  $R_s$  ва параллеллик қаршиликларининг  $R_p$  ҳам таъсири мавжуд. 22-расмда  $R_s$  ва  $R_p$  нинг ҳар хил қийматлари орқали ҳосил қилинган бир қанча ВАХ келтирилган.



22-расм. Кетма-кетлик ( $R_s$ ) ва параллеллик қаршиликларининг ( $R_p$ ) ҚЭ ВАХ га таъсири

Расмдан кўриниб турибдики, юқори самарали ҚЭ олиш учун кетма-кетлик қаршилиги  $R_s$  ни камайтириш ва параллеллик қаршилиги  $R_p$  ни ошириш лозим. Кетма кетлик қаршилиги  $R_s$  элементнинг ҳар бир p- ва n- соҳалари қаршиликлари, контакт қатламлар қаршилиги, металл-яримўтказгич ўтиш қаршиликларидан иборат, параллеллик қаршилиги эса p-n ўтишга параллел мумкин бўлган сирқиш тоқлари каналларини акс эттиради. Шу нуқтаъи назардан ҚЭ ВАХ ни аниқлаш усулларини ривожлантириш зарурдир.

#### **4.3.Яримўтказгичли қуёш элементлари ёрдамида қуёш оптик нурланишини электр энергиясига ўзгартириш**

Фотоэлектрик эффектга асосланган ЯЎ материалларда p-n ўтишли тузилмалардан иборат ҚЭ да, уларга тушаётган қуёш нури бевосита электр энергиясига айлантиради. Шунинг учун, ҚЭ фотоқабуллагич ва фотоқаршиликлардан фарқли равишда ташқи кучланиш манбаига муҳтож эмас. Бу эффект юз йилдан ортиқ вақт давомида селен ва мис оксидининг фотоэлектрик хусусиятлари сифатида ўрганиб келинган, аммо уларнинг ФИК 0,5 % дан ошмаган.

Бу муаммонинг нисбатан фаол ечилиши ЯЎ материаллар электрон тузилишининг соҳа назарияси яратилганидан кейин, материалларни киришмалардан тозалаш ва назоратли киришмалар киритиш технологияси, ҳамда p-n ўтишнинг назарияси яратилиши билан бо/лиқдир.

Сўнгги 35 йил давомида энергия манбаи сифатида юқори самарали Si, GaAs, InP, CdTe ва уларнинг қаттиқ қотишмалари асосида ФИК 20-24 % бўлган ҚЭ яратилди. Каскадли ҚЭ ларда эса ФИК 30 % гача етказилди.

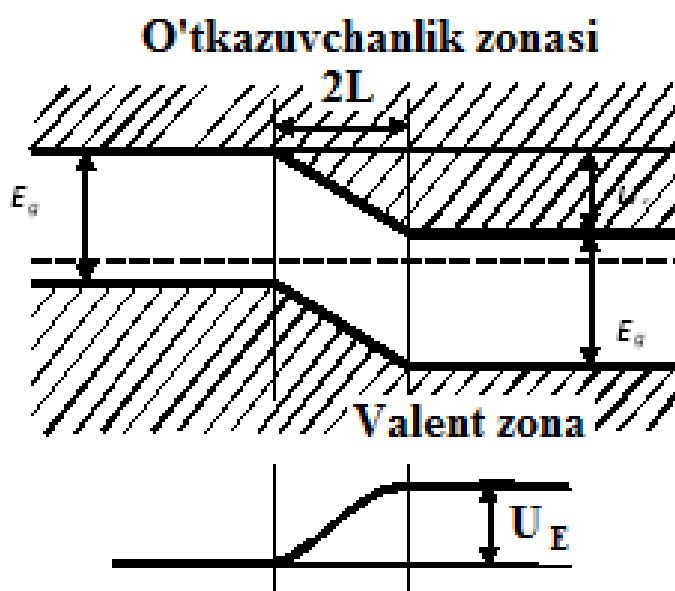
#### **Қуёш элементлари конструкциялари**

Кенг тарқалган кремний асосидаги ҚЭ лари конструкцияси қарама-қарши типдаги p- ва n-материалнинг бир-бирига яқин туташтиришдан ҳосил қилинади. ЯЎ материал ичидаги p- ва n-тип материаллар орасидаги ўтиш соҳаси (чегара худуди) электрон-тешик ёки p-n ўтиш дейилади. Термодинамик мувозанат ҳолида электрон ва тешиклар мувозанат ҳолатини белгиловчи Ферми сатҳи материалда бир хил ҳолда бўлиши керак. Бу шарт p-n ўтиш худудида иккиланган зарядли қатлам ҳосил қилади ва уни ҳажмий заряд қатлами дейилиб, унга таалуқли электростатик потенциал пайдо бўлади.

P-n тизилма сиртига тушган оптик нурланиш сиртдан материал ичига қараб p-n ўтиш йўналишига перпендикуляр равишда концентрацияси камайиб борувчи электрон-тешик жуфтликлар ҳосил қилади. Агар сирт юзасидан p-n ўтишгача бўлган масофа нурнинг кириш чуқурлигидан ( $1/\alpha$  дан) кичик бўлса, электрон-тешик жуфтликлар p-n ўтишдан ичкарида ҳам ҳосил бўлади. Агар p-n ўтиш жуфтлик ҳосил бўлган жойдан диффузион узунликчалик масофа ёки ундан камроқ масофада бўлса, зарядлар диффузия жараёни

натижасида р-п ўтишга етиб келиб, электр майдони таъсирида ажратилиши мумкин. Электронлар р-п ўтишнинг электрон бор бўлган қисмига (п-қисмига), тешиклар р-қисмига ўтади. Ташқи р- ва п -соҳаларни бирлаштирувчи электродларда (контактларда) потенциаллар айирмаси ҳосил бўлиб, натижада уланган юкланма қаршилиги орқали электр токи оқа бошлайди.

р-п ўтишга диффузияланган асосий бўлмаган заряд ташувчилар, потенциал тўсиқ бўлганлиги сабабли, иккига ажратилади. Ортиқча ҳосил бўлган (тўсиқ ёрдамида ажратилган) ва тўпланган, п-соҳадаги электронлар ва р-соҳадаги тешиклар р-п ўтишдаги мавжуд ҳажмий зарядни компенсация қилади, яъни мавжуд бўлган электр майдонига қарама-қарши электр майдонини ҳосил қилади. Ёритилиш туфайли ташқи электродларда потенциаллар айирмаси ҳосил бўлиши билан бирга ёритилмаган р-п ўтишдаги мавжуд потенциал тўсиқнинг ўзгариши рўй беради. Ҳосил бўлган фото-ЭЮК бор бўлган потенциал тўсиқ қийматини камайтиради. Бу эса ўз навбатида қарама-қарши оқимларнинг пайдо оқимини, р-қисмдан тешиклар оқимини ҳосил қилади. Бу оқимлар бўлишини таъминлайди, яъни электрон қисмдан электронлар



23-расм. Ёритилмаган р-п ўтишли ярим ўтказгичда энергетик зоналар структураси (а), электростатик потенциал тақсимооти (б).  $2l$  – фазовий заряд соҳасининг кенглигини,  $U_E$  – р- ва п- соҳалар чегарасидаги мувозанат хол учун электростатик потенциал,  $E_g$  – ман қилинган соҳа кенглиги, штрихланган чизик – мувозанат ҳоли учун Ферми сатҳи.

р-п ўтишга кўйилган электр кучланиши таъсири натижасида тўғри йуналишдаги ток билан деярли тенг бўлади. Ёритилиш жараёни бошланган вақтдан бошлаб ортиқча ( мувозанатдагига нисбатан) зарядларнинг тўпланиши (электронларнинг п-соҳада ва тешикларнинг р-соҳада) потенциал тўсиқ баландлигини камайтиради, ёки бошқача қилиб айтганда электростатик потенциални пасайтиради (23-Расмга қаранг). Бу эса ўз навбатида ташқи

юкланмадан оқаетган ток кучини оширади ва қарама-қарши оқимлар ҳосил қилувчи электронлар ва тешиқлар оқимини р-п ўтишдан ўтишини таъминлайди. Ёруғлик туфайли ҳосил бўлган ортиқча жуфтликлар сони р-п ўтиш ёки ташқи юкланма орқали кетаётган жуфтликлар сонига тенг бўлганда стационар мувозанат ҳосил бўлади. Одатда бу ҳол ёритилиш жараёнининг мингдан бир сонияси давомида рўй беради.

ҚЭ қисқа туташув токи  $I_{кз}$  ни, тушаётган оптик нурланиш зичлиги ва спектрал таркибидан ўрганиш элемент тузилмаси ичида бўлаётган алоҳида ҳар бир нурланиш квантининг электр энергиясига айланиш жараёни самарадорлиги ҳақида тасаввур ҳосил имкониятини беради. ҚЭ учун маълум ёруғлик оқими зичлиги тушаётган ҳол учун қуйидаги тенгламани келтириш мумкин.

$$I_{кзю}(\lambda) = I_{кзт}(\lambda)/[1-r(\lambda)] \quad (76)$$

бу ерда  $I_{кзт}(\lambda)$  ва  $I_{кзю}(\lambda)$  – ҚЭ қисқа туташув токининг қиймати, берилган интенсивликдаги тушаётган ва ютилган нурланиш учун,  $r(\lambda)$ - бирламчи қайтиш коэффициентини. Келтирилган учала катталиқлар ҳам бир хил тўлқин узунлиги бўлган ҳол учун тўғридир.

ҚЭ ни таҳлил қилиш ва сифатини баҳолаш учун унинг  $I_{кз}$  токининг спектрал характеристикасини ютилган ҳар бир квант нур учун ҳисоблангани ўта муҳимдир. Бу катталиқни куёш элементининг эффектив квант чиқиши дейилади ва  $Q_{эфф}$  билан белгиланади. Агар  $N_0$  – ЯЎ материал сиртининг бирлик юзасига тушаётган квантлар сони бўлса, у ҳолда

$$Q_{эфф} = I_{кз}/ N_0 \quad (77)$$

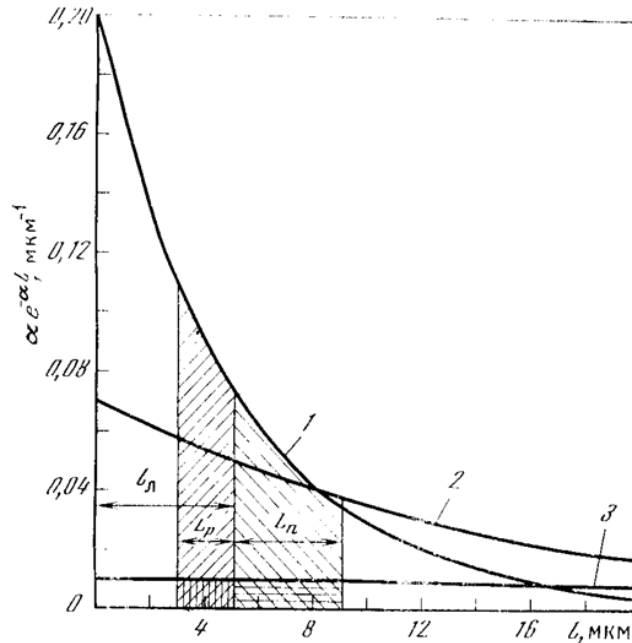
бўлади, бу ерда  $I_{кз}$  электрон сонияда ўлчанади, ва  $Q_{эфф}$  электрон квант (фотон)ларда олиниши керак.

ҚЭ эффектив квант чиқиши икки параметрга боғлиқ бўлиб, у

$$Q_{эфф} = \beta\gamma \quad (78)$$

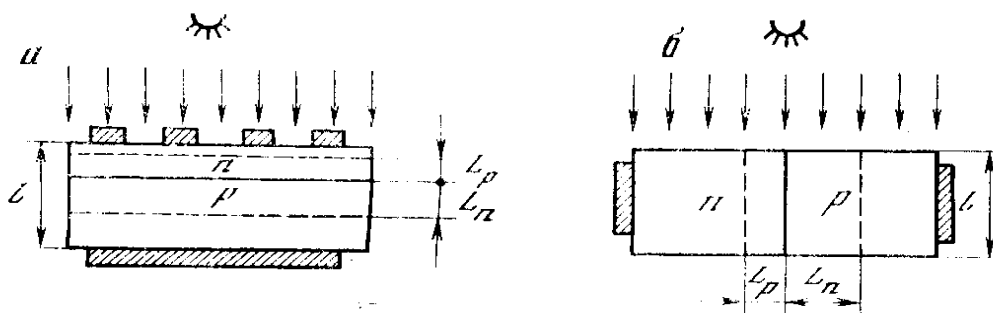
$\beta$ -ички фотоэффектнинг квант чиқишидир. Бу катталиқ ҳар бир ютилган квант учун фотоионизация жараёнида ЯЎ ичида ҳосил бўладиган электрон-тешиқ жуфтликларни кўрсатади.  $\gamma$  – р-п ўтиш потенциал тўсиқининг ток ташувчиларни йиғиш (жамлаш) коэффициентидир, ёки бошқачасига айтганда ток ташувчиларнинг ажратиш коэффициенти ҳам дейилади.





24-расм Ҳар хил тўлқин узунликка эга бўлган нурланишнинг кремний асосидаги р-п ўтишга перпендикуляр тушган ҳол учун ҳосил бўлган электрон-тешик жуфтликларининг тақсимланиши. 1-  $\lambda = 0,619$  мкм,  $\alpha = 2000$  см<sup>-1</sup>; 2-  $\lambda = 0,81$  мкм,  $\alpha = 700$  см<sup>-1</sup>; 3-  $\lambda = 0,92$  мкм,  $\alpha = 90$  см<sup>-1</sup> қобилияти уларнинг энергиясига боғлиқдир).

Бу коэффициент оптик нурланиш ёрдамида ҳосил бўлган умумий жуфтликлардан қанча қисми қисқа туташув токида иштирок этишини кўрсатади. Ташқи ўлчаш асбоби уланган ҳол учун,  $\beta = 1$  бўлса, ҳар бир квант битта жуфтлик ҳосил қила олишини кўрсатади. чуқурликка кириш Ҳар хил тўлқин узунликка эга бўлган оптик нурланиш, материалда ҳар хил чуқурликка кира олади (квантларнинг ЯЎ материалларда ютилган квантлар ҳисобига ҳосил бўлган электрон-тешик жуфтликлар материалда фазовий тақсимот ҳосил қилади (24-расм га қаранг). Ҳосил бўлган жуфтликларнинг кейинги тақдири ЯЎ атериалларнинг диффузион йўли узунлигига боғлиқдир. Агар бу параметр катталиги етарлича бўлса, у ҳолда нурланиш туфайли ҳосил бўлган ортиқча асосий бўлмаган заряд ташувчилар фақат диффузия жараёни туфайли р-п ўтишга келиб унинг электр майдони орқали ажратилиши мумкин. Оптик нурланишни айлантирилиши жараёнида муҳим ролни электронларнинг диффузия йўли узунлиги ( $L_n$ ) ва р-п утиш чуқурлиги ( $\ell$ ) уйнайди, чунки ҳосил бўлаётган ва ажратилиши керак бўлган жуфтликлар уларга боғлиқдир.



25-Расм. Ярим ўтказгичли кристаллда р-п ўтишларнинг жойлашиши схемаларига қараб (а) перпендикуляр ва (б) параллел р-п ўтиш текислиги учун оптик нурланишнинг тушиши.  $L_n, L_p$  – р- ва n – соҳаларда асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг диффузион узунликлари;  $l$  - ярим ўтказгичда нурланишнинг кириш чегараси; штрихланган соҳалар – р- ва n-соҳалардаги металл кон- тактларнинг кўриниши.

Оптик нурланишнинг ЯЎ материалга тушиш йўналишига қараб р-п ўтиш конструкциясининг икки хили мавжуд ва уларни қуйидаги 25- расмда келтирилган ҳоли учун кўриб ўтамиз.

1-ҳол. Оптик нурланиш йўналишига р-п ўтиш перпендикуляр жойлашган ҳол. Оптик нурланиш қалинлиги  $l$  га тенг бўлган ЯЎ материалнинг бутунлай охиригача киради.

2-ҳол. Оптик нурланиш йўналишига р-п ўтиш параллел жойлашган ҳол. Нурланиш кенглиги  $d$  га тенг бўлган тузилмага тушади.

Перпендикуляр ва параллел жойлашган р-п ўтишлар учун йиғиш (жамлаш) коэффиценти (эффektivлиги) қуйидаги муносабатлар билан аниқланади.

$$\gamma = (L_n + L_p) / l \quad (6) \quad \text{ва} \quad \gamma = (L_n + L_p) / d \quad (79)$$

бу ерда,  $L_p$  – тешиқларнинг диффузия йўли узунлиги.

Биринчи қарашда р-п ўтишнинг параллел жойлашиши афзалроқ кўринади, чунки ҳосил бўлган заряд жуфтликларини тўлалигича йиғиш ва ажратиш учун ЯЎ материал қалинлигига ва р-п ўтишга нисбатан уларнинг тақсимланиши муҳимдир. ЯЎ ичида жуфтликларнинг материал чуқурлигига нисбатан бир текис ҳосил бўлиши уларнинг р-п ўтиш томон диффузия ҳодисаси орқали ажратилиш жараёни учун ўта муҳимдир. Шунинг учун, кўп р-п ўтишларга эга бўлган ҚЭ ларда (фотовольтлар-кўп сонли микро ҚЭ лардан иборатларда), уларнинг р-п ўтишлари тушаётган оптик нурланишга параллел жойлаштирилади. Оптик нурланишнинг узун тўлқинли қисмида, бу конструкция заряд ташувчиларнинг йиғишнинг юқори самарадорлигига эга бўлади, ҳамда бир бирлик юзадан катта миқдордаги фото-ЭЮК олишга имкон яратади.

Аммо, асосий муаммолардан бири бўлиб, нисбатан кичкина ўлчамли параллел жойлашган р-п ўтишларга эга бўлган микро ҚЭ ларида

рекомбинация ходисасининг перпендикуляр жойлашган p-n ўтишларга нисбатан катталиги назарий ва амалий жиҳатдан аниқланди. Шунинг учун, бу турдаги ҚЭ учун қуёш нурланишига қаратилган юзасида қисқа тўлқинли нурлар спектрал эффективлигини ошириш учун, қўшимча киришмалар киритилган тескари типдаги ўтказувчанликка эга бўлган қушимча юпқа қатлам ҳосил қилиш мақсадга мувофиқдир. Яъни, яна қисман перпендикуляр конструкция элементида қайтиш мақсадга мувофиқдир.

Параллел жойлашган p-n ўтишли ҚЭ ларида ҳосил бўлган электрон-тешик жуфтликлар концентрацияси (M) материал юзасидан ичкарасига қараб ўзгаради. Перпендикуляр жойлашган p-n ўтишли ҚЭ конструкцияси учун эса p-типдаги материал учун ҳам p-типдаги учун ҳам ҳосил бўлаётган жуфтликларнинг аксарияти p-n ўтишга яқин жойда ҳосил бўлади. Ҳосил бўладиган электрон-тешик жуфтликлар бирлик чуқурликда қуйидаги тенглама орқали аниқланади.

$$M = N_0 \alpha \exp(-\alpha \ell) \quad (80)$$

бу ерда,  $N_0$ -бир бирлик юзага тушаётган квантлар сони. Жуфтликлар сони, ичкарига қараб камайиб боради. Уларнинг сонини ЯЎ материалда ютилиши мумкин бўлган соҳада  $\alpha$  (E) ни аниқлаш мумкин. n- ва p-тип материалдаги заряд ташувчиларнинг диффузион узунликлари соҳаларини чегаралаган вертикал чизиқлар, p-n ўтиш перпендикуляр бўлган ҳол учун заряд ташувчилар жамлаш жараёнини баҳолаш имконини беради. Чизиқлар ординаталари  $\alpha \exp(-\alpha \ell)$  га пропорционал бўлиб, абсциссалар эса ЯЎ материал ёритилган юзасидан ичкарига кириш чуқурлигини кўрсатади. Ўқлар орасидаги чизиқлар билан чегараланган юзалар – тушаётган квантлар оқимида тенг, ординаталар билан чегараланган юзалар  $\ell = \ell_d \ell_n$  ва  $(\ell_d + \ell_n)$  (штрихланган қисм) – қисқа туташув тоқини кўрсатади. Шундай қилиб, штрихланган юзанинг умумий юзага нисбати ички фотоэффект квант чиқишини аниқловчи ифодага асосан ( $\beta = 1$  ҳол учун) йиғиш эффективлигини беради.

Қуёш элементларининг планар конструкцияси (оптик нурланиш тузилма юзасига перпендикуляр тушган ҳол) ҚЭ технологиясида ва уларни амалий ишлатишдаги асосий конструкциядир. Бундай ҚЭ ҳар хил ЯЎ материаллар асосида ишлаб чиқилди. Юқорида келтирилган таҳлиллар асосида юқори самарали оптималлашган конструкциялар ишлаб чиқилди. Аммо ҳар қандай материал учун ҳам уларга қўйиладиган юқорида келтирилган асосий талаблар сақлаб қолиниши кераклиги аниқланди.  $\gamma$  ни ва  $I_{кз}$  ошириш учун p-n ўтишнинг иккала томонида ҳам албатта диффузион узунликни ошириш мақсадга мувофиқдир. Буни амалга ошириш учун керакли материал танлаш ва p- n ўтишни технологик тайёрлаш жараёнида диффузион узунликни пасаймаслигига ҳаракат қилиш керак. Агар унинг пасайиши аниқ бўлса уни ҳисобга олиш зарурдир. Агар  $L_d$  ни фронтал сиртда ошириш имконияти бўлмаса, у ҳолда фронтал сирт қалинлигини  $L_p \gg \ell$  га амал қилган ҳолда олиш керак. Шу асосда база параметрларини танлаш зарурдир.

## **Қуёш нурланиши иммитаторлари**

Идеал ҳолатда қуёш нурланиши имитаторлари (КНИ) – бу қуёш нурланишининг ҳамма хусусиятларини жуда яқин қайтариши лозим бўлган асбоб бўлиб, бундай хусусиятларга нурларнинг параллеллиги, вақт орасидаги стабиллиги, ёритилганликнинг бир текислиги, нурланиш оқимининг зичлиги, спектрал таркиби киради. Бундай асбоблар жуда қиммат ва мураккаб тузилишга эгадир, улардаги оптик нурланишнинг ва оқимнинг параметрлари қуёшниқидан фарқ қилади. Айрим ҳолларда КНИ махсус ҳолда лойиҳаланади ва тайёрланади.

Энг содда параметрлари нисбатан стабил ишлаб чиқариш шароити учун мослашган КНИ, асосан вольфрамли чўғланиш лампалар асосида тайёрланади. Кўзгули ёки нисбатан хира акслантиргичлар билан таъминланиб, улар қуёш батареялари (КБ) юзаларини ҳисобга олган ҳолда ёритилганликни бошқариш имкониятига эга бўлади. Вольфрамли чўғланувчи лампалар нурланишининг нисбатан ИҚ нурланиши купроқ бўлгани учун, ўлчаш жараёнида ҚЭ ва батареяларини исишига олиб келади. Шунинг учун, кўпинча лампа ва ҚЭ лари орасига ИҚ нурланишни қисман қирқадиган филтрлар қуйилади. Бу филтрлар асосан шаффоф пластинага (мисол шишага) ўтказилган ИТО (индий ва қалай оксиди аралашмаси) қатламларидан тайёрланган.

Чўғланувчи лампа оптик нурланишининг ИҚ қисмини камайтиришнинг бошқа усули бу иссиқликни ютувчи филтрларни ишлатишдир. Бу филтрлар қалинлиги 20-40 мм ли сув қуйилган шаффоф идишлардир. Оддатда ўлчаш жараёнида бу сувли филтрни ўзини совутиш учун радиатор қурилмаси ёки бевосита оқувчи сув ишлатилади.

Нисбатан катта ўлчамли қуёш батареяларининг кўп сонли гуруҳлари параметрларини ўлчаш учун ҚНИ лар импульсли ксенон лампалар асосида тайёрланади. Бу қурилмалар оптик қисмларсиз ишлайди. Бир текис ёритилганликка эришиш учун лампалар ҚБ ларидан кераклича узокда жойлаштирилиши мумкин. Оптик спектрни стандартга спектрга яқинлаштириш учун интерференцион ёки баъзан сувли филтрлар ишлатилади. Импульсли ксенон лампалар асосидаги ҚНИ лардан фойдаланилганда улар исимади, ва ҳарорати уй ҳароратига яқинлигича қолади.

Махсус тажрибалар ва синовлар учун турли давлатларда қуёш батареяларини ўлчаш ҳарорати турличадир, мисол АҚШ ва Европада стандарт сифатида 28° С қабул қилинган.

Ҳар хил атмосфера массасида ўлчаш учун ҚНИ ясаш қийин масала. Ер шароитида қуёш нурланишининг спектрал таркиби вақтга қараб ўзгаради. Мисол учун АМ 1,5 стандарти учун спектрал диапазон 0,4-1,1 мкм орасидадир.

### **Эталон қуёш элементлари ва уларни градуировкаш**

Қуёш нурланиши имитаторларининг нурланиш энергиясининг спектрал тақсимланиши стандарт қуёш нурланишидан албатта фарқ қилади. ҚЭ сезгирлиги селектив (танловчи) бўлгани учун ҚНИ интенсивлигини носелектив

нурланиш қабуллагичлари (радиометрлар) билан сошлаш мақсадга мувофиқ эмасдир. Шунинг учун, сезгирликни ҳамда бошқа параметрларни ўлчашда махсус эталонли қуёш элементлари қўлланилади. Эталонли ёки стандарт ҚЭ – бу селектив сезгирликка эга бўлган амалдаги радиометрлардир.

Атмосфера массасининг нисбатан бир хил қийматлилигига қарамадан қуёш нурланиши оқимининг зичлиги атмосфера таркибининг оз миқдорда ўзгаришига қараб кескин ўзгариши мумкин. Ҳар хил атмосфера шароитларини таққослаш натижаси шуни кўрсатадики, қуёш нурланишининг оқим зичлиги айрим ўзгаришлардан кейин носелектив радиометрлар билан ўлчанганда, нурланишнинг спектрал таркиби бир-биридан жиддий фарқ қилганда ҳам, бир хил натижани кўрсатиши мумкин. Бунга сабаб ҚЭ нинг селектив сезгирлигининг ҳар хиллигидир. Ҳаттоки, юқори сифатли материалдан қилинган ва эффективлиги катта бўлган ҚЭ ларида ҳам, Ер шароитида бир хил энергетик ёритилганлик шароитида ўлчанган қисқа туташув токи  $I_{кз}$ , атмосфера ҳолати ҳар хил бўлса, ўлчанган ток фарқи 15 % гача бўлиши мумкин.

Эталон ҚЭ ларининг қисқа туташув токини аниқлаб градуировка қилишда стандарт ёритилганликдан фойдаланиш талаб қилинади. Бунинг учун эталон элемент ёрдамида ҚНИ созланади – яъни унинг нурланиши оқими бошқарилган ҳолда ўзгартирилиб, қисқа туташув токини стандарт ҳолдаги  $I_{кз}$  га тенг бўлгунча давом эттирилади.

Таъкидлаш лозимки, ҚНИ иш соҳасининг энергетик ёритилганлиги аслида аниқ стандарт шароитдаги оптик нурланишнинг энергетик ёритилганлигини такрорламайди. Бунга асосий сабаб, нурланишни баҳолаш конкрет конструкци-яли селектив сезгирликка эга бўлган, қуёш элементга таъсир орқали амалга ошияпти.

Мисол, ҳарорати 2850° К бўлган чўғланма ёритгичдан ёритилаётган кремний асосидаги, р-п ўтиш чуқурлиги 0,5 мкм ли ҚЭ нинг қисқа туташув токи  $I_{кз}$  коинот шароитида, энергетик ёритилганлиги сувли филтрдан (  $d=40$  мм ли) кейин 780 Вт/м<sup>2</sup> га тенг бўлган ва филтрсиз эса 960 Вт/ м<sup>2</sup> га тенг бўлган элемент токига тенг бўлади. Бундан фарқли, иккала ҳол учун ҳам эталон ҚЭ шундай лампа ёруғлигида 1360 Вт/м<sup>2</sup> ёритилганликни кўрсатади.

Эталон ҚЭ ларини қўллаш, нурланиш манбаи сифатида энергиянинг тақсимланиш спектри ихтиёрий бўлган ҳолда ҳам, спектрларини коррекциялаш мумкин бўлган ҚНИ ёрдамида аниқлиги қониқарли даражада бўлган ўлчовлар олиб боришга имкон яратади. Бундай шароитда ҚЭ нинг фотоэлектрик характеристикасининг ўлчаш хатолиги эталонли ва ўлчанаётган элементларнинг спектрал сезгирлигининг фарқи даражаси билан аниқланади. Шунинг учун, эталон ҚЭ га қуйиладиган асосий талаблар қуйидагича – уларнинг оптик хусусиятлари ва спектрал характеристикалари ўлчаниши лозим бўлган элементнинг шундай характеристикасига монанд бўлиши керак.

Эталон ҚЭ лойиҳалаш ва тайёрлаш – бу уларнинг конструкциясини, метрологик характеристикаларининг стабиллигини ўрганишни, гардуировка қилиш усулини ва уларни параметрларини ўлчаш жихозларини яратишни ва қўллашни тақозо қилади.

Эталон ҚЭ ларини ишлатилиш шароитига қараб турлича конструкцияли бўлиши мумкин, уларга қуйиладиган асосий талаб – параметрларининг юқори даражада стабиллигининг сақланишидир. Ўз навбатида бу талаб элементнинг ҳароратдан стабил ва ҳароратни аниқ ўлчашни тақозо этади. Эталонли қуёш элементнинг оддий конструкцияси бу чуқурлаштирилган металл пластинага ўрнатилган ва ҳимоя сифатида фронтал сиртига шиша ўрнатилган вариантдир. Ҳароратни ўзгармас қилиб ушлаб туриш учун у иссиқликдан ҳимоя қилинган тагликка ўрнатилади.

Тайёрлаш технологиясининг доимий мукамаллашиб бораётганлиги туфайли ва янги турдаги ҚЭ лари яратилаётганлиги сабабли спектрал сезгирлиги ностандарт тақсимотга эга бўлган элементларнинг параметрларини ўлчаш масаласи пайдо бўлмоқда. Эталон сифатида ишлатиладиган ҚЭ, ё серия қилиб чиқарилаётган элементлардан танланади, ёки махсус тайёрланади. Танлаш жараёнида асосий диққатни қуёш элементи тузилмасининг ён сирти томонларининг сифатига, шунт ва кетма-кетлик қаршилиқларининг катталигига қаратилади. Бу мақсадда ишлатилиши кўзда тутилган ҚЭ лари юзаси бир жинсли, спектрал сезгирлиги стабил, қисқа туташув токининг ҳарорат буйича коэффиценти минимал бўлиши керак. Ер шароитида ишлатилиши кўзда тутилган эталонли ҚЭ лари учун спектрал сезгирликнинг тушаётган оптик нурланиш тушиш бурчагига ва қисқа туташув токи  $I_{кз}$  нинг тушаётган нурланиш оқими зичлигига чизиқли муносабатда бўлиш боғлиқлиги амалда текширилади.

Эталон ҚЭ ни абсолют градуировка қилиш машаққатли иш бўлиб, бу жараён узок вақтни ва кўп харажатни талаб қилади. Шунинг учун, бундай жараёнлар орқали олинган эталон элементлар кўрғазмали ўлчаш асбобларда биринчи эталон сифатида ишлатилади. Эталонли ҚЭ лари қисқа туташув режимида ишлатилади ва уларнинг градуировка қилиш жараёни қуёш нурланишининг спектрал таркиби ва зичлиги нормировка қилинган шароитда қисқа туташув токини аниқлашдан иборатдир.

Грудуировка қилишнинг икки принципиал фарқ қилувчи тури мавжуд.

1. Бевосита қуёш нурланишидан фойдаланиш усули,
2. Лаборатория шароитида ўлчов воситаларини ва олдиндан ўлчанган давлат эталонини қўллаш усули.

Ер шароитида бевосита қуёш нурланишидан фойдаланиш усули одатда купроқ ишлатилади. Бунинг учун асосан денгиз сатҳидан бир неча минг метр баландликдаги тоғ ҳудудларидан фойдаланилади ва кейин олинган натижалар АМ 0 шароити учун экстрополяция қилинади.

Градуировка қилиш жараёнида эталон ҚЭ ларининг қисқа туташув токи қийматини аста-секин ҳар хил атмосфера массалари учун ўзгартирилиб ўлчанади, яъни қуёшнинг ҳар хил баландликдаги нурланиши учун ўлчанади. Ўлчаш жараёни стационар шароитда ўтказилади, шунинг учун атмосфера массасининг нисбатан ҳар хил қийматлари учун  $I_{кз}$  нинг ўзгаришини аниқлаш кифоя. АМ 0 шароит учун тўғри келадиган қийматни топиш жараёни  $\ln I_{кз}$  ни нуль атмосфера массасига чизиқли экстрополяция қилиш билан топилади. Ўлчаш жараёнини куннинг биринчи ярмида олиб бориш маъқулроқдир.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Мирзиёев Ш.М. Указ Президента Республики Узбекистан №УП- 3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики , повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг.» Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2017 г.
2. Каримов И. А Указ первого Президента Республики Узбекистан №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии». Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2013г., №10. С.124
3. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Идательский дом МЭИ. 2008.
4. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015
5. А.К. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.
6. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.
7. Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
8. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
9. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
10. E.V. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini o‘rnatish, sozlash va ishlatish// O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.
11. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
12. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124
13. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание учено степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219
- 14.Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.
- 15.В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов// . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.
- 16.Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии// Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9

## Назорат саволлари

Яримўтказгичли материалларнинг оптик ва электрик хусусиятлари билан танишмисиз? Материалнинг ютилиш коэффициенти ҳақида фикрингиз? Каскадли қуёш элементлари ҳақида нималарни биласиз? Қуёш элементларининг планар конструкцияси қандай ташкил топган? Қуёш элементларининг вольт-ампер ва вольт-ватт таснифи қандай қурилади? Қуёш элементларини тайёрлашда ишлатиладиган материалларнинг хусусиятлари ҳисобга олинadими?. Юқори самарали қуёш элементлари деганда нимани тушунасиз? Қуёш элементи ҳар бир конструкциясини хусусиятларини ўрганиш керакми? Антиакслантирувчи қопламаларнинг физикавий хоссаларини ўрганиш аҳамияти муҳим саналадими?. Омик контакт тушунчасига изоҳ беринг? Кристалл ва аморф кремний асосидаги қуёш модуллари ҳақида фикрингиз? STC тест синови қандай амалга оширилади? Юпқа қатламли қуёш элементлари ҳақида нималарни биласиз?

### **3-Мавзу: Фотоэлектрик тизимларнинг турлари. Автоном фотоэлектрик станциялар. Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станциялар. Резерв фотоэлектрик станциялар.**

#### **Режа:**

1. Фотоэлектрик батареяларни тайёрлаш технологияси.
2. Автоном фотоэлектрик станциялар.
3. Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станциялар. Резерв фотоэлектрик станциялар.
4. Қуёш фотоэлектрик станциялари учун таянч конструкцияларни тайёрлаш
5. Аморф ва кристалл қуёш фотоэлектрик панелларни таққослаш
6. Қуёш фотоэлектрик панеллари яроқлилиқ муддати
7. Қуёш фотоэлектрик батареялари самарадорлигига атмосфера таркибидаги чангланганлик концентрациясининг таъсири
8. Қуёш фотоэлектрик модули ҳароратига конвектив иссиқлик алмашинувининг таъсири

**Таянч сўз ва иборалар:** Стандарт тест синови, фотоэлемент, фотоэлектрик батарея, фотоэлектрик станция, заряд-разряд контроллери, аккумулятор, инвертор, кабель ўтказгичлар, электр изоляция, автоном фотоэлектрик станция, резерв фотоэлектрик станциялар, электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станциялар

#### **ҚУЁШ ФОТОЭЛЕКТРИК ТИЗИМЛАРИ**

Ер шароитида қўлланиладиган қуёш фотоэлектрик станцияларини уларнинг қўлланилишига мувофиқ ҳолда қуйидаги синфларга ажратиш мумкин. Бу тизимлар асосан 3 га бўлинади:



- 1) автоном қуёш фотоэлектрик станциялари (АФЭС);
- 2) резерв қуёш фотоэлектрик станциялари (РФЭС);
- 3) Электр тармоғи билан параллел уланган қуёш фотоэлектрик станциялари.

Локал электр тармоғи билан интеграллашган фотоэлектрик станциялар ўз навбатида аккумуляция тизимига эга ва аккумуляция тизими бўлмаган ФЭС ларга бўлинади. Резерв аккумуляторлар билан таъминланган “тармоқ” ФЭС лар электр энергияси узулишлари, авария ҳолатларида истеъмолчиларни электр энергияси билан таъминлаш функцияси орқали афзалликларга эгадир.

## **1§. Фотоэлектрик батареяларни тайёрлаш технологияси**

ФЭБ тайёрлаш технологияси бир қанча усулларда амалга оширилиши мумкин: автоматик, яримавтоматик ва механик усулда (қўлда).

### **1.Босқич. Қуёш элементларини тестдан ўтказиш ва саралаш.**

Ушбу босқичда фотоэлектрик пластиналарнинг электрофизик параметрлари ўлчаш амалга оширилади. Қуёш иммитатори сифатида юқори қувватли ксенон лампадан фойдаланилиб ёруғлик берилгандан сўнг ҚЭ назорат параметрлари қайд қилинади. Ўтказилган ўлчашлар амалга оширилгандан сўнг фотоэлектрик пластиналар электрик характеристикаларига кўра сараланади. Бу босқичда фотоэлектрик пластиналар назоратидан ташқари уларнинг механик зарарланиши ҳам ҳисобга олинади. Электрик параметрлари ва характеристикалари кичик ва механик зарарланган ҚЭ дан кейинги жараёнларда фойдаланилмайди. Аммо уларни тестдан ўтказгунга қадар ҚЭ фронтал ва орқа томонларига қалинлиги кенглиги 0,05 – 0,1 мм, кенглиги 0,2 дан 1 мм бўлган ПОС-61 қалайида ботириб олинган мис шиналари пайванд қилинади. Пайвандлашда ҚЭ контакт қисмидаги каналларга флюс қўйилиб устидан мис шина паявник ёрдамида қиздирилиб пайвандланади. Тайёр бўлган ҚЭ махсус қутиларга жойланади.



26-расм. Ясси ўтказгич билан пайвандланган ҚЭ (мис шинали ўтказгич)

Ишлаш жараёнида ўта эҳтиёткор бўлиш лозим, чунки кристалл кремний асосида ҚЭ мўрт, тез деформацияланадиган, паяльник узоқ муддат пластинада қиздирилган ҳолатда бўлмаслиги керак.

## **2.Босқич.Ультратовуш ёрдамида дистилланган сувда ҚЭ тозалаш.**

Сўнгра 60 градус ҳароратли дистилланган сувда ультра товуш ёрдамида ҚЭ тозалаш амалга оширилади. Бу операцияда ҚЭ чангдан, ифлосланиш, ёғли ифлосланишлардан тозаланади. 42 кГц частотали юқори частотали ультратовуш тозалашда ҳаттоки одатий тозалашнинг икони бўлмаган майда ифлосланган зарралар ҳам йукотилади. Тўлиқ тозаланган ва қуритилган ҚЭ йиғишга берилади.



27-расм. Ҳар хил электрон компонентларни тозалаш учун ультратовуш ваннаси

## **3-Босқич. ҚЭ секцияларга 9 та ёки 10 та бўлиб пайванлаш (4x9 ёки 6x10 тарзида занжир асосида йиғиш)**

Ушбу босқичда фотоэлектрик пластиналар секциялар кўринишида бирига пайвандланади. Бунда текстолит, эбонит, дюралюминдан тайёрланган шаблон ёрдамида фотоэлектрик пластиналар занжири ҳосил қилинади (кетма-кет уланган фотоэлектрик пластиналар занжирда қатъий тартибда жойлашиши зарур). Фотоэлектрик пластиналарни четки қисмларини бир-бирига яқин жойлаштиришда ўта эҳтиёткорлик талаб қилинади. 9 та кетма-кет уланган ҚЭ электрофизик параметрлари симуляторда текшириб олинади, чунки модулга йиғишдан олдин теширилмаса кейин кеч бўлиши мумкин.



28- расм. Модулга йиғиш олдидан ҚЭ занжири

Агар занжирда бирор ҚЭ ишламаса уни дарҳол алмаштириш ёки тузатиш мумкин. Ҳамма ҚЭ электрик параметрлари нормада бўлса, занжир пневматик босим билан кўтарилади. Бу ҚЭ юзасини ифлос қилмаслик ва йиғиш жараёнини енгиллаштириш учун хизмат қилади.

ҚЭ коммутация қилиш учун улар орқали металл лента ўтказгич сифатида амалга оширилади, 9 та кетма-кет уланган ҚЭ 4 та гуруҳ бўлиб шакллантирилади ва умумий ўтказгич орқали уланади.



29-расм. 36 та ҚЭ ташкил топган коммутацияланган занжир (чапдан), икки қатламли герметизация пленкаси (EVA) ва бир қатламли ҳимоя пленкаси (ПЭТ) (ўнгдан)

#### **4 Босқич – Фронтал ва орқа томондан ФЭМ ҳимоя қопламалари ламинациялаш ва йиғиш**

ФЭБ учун шаффоф шиша асосий қўллаб турувчи асос бўлиб хизмат қилади. Бунда шиша текстураланган юзага эга бўлиб 92% дан ортиқ ёруғлик ўтказиш коэффициентига эга бўлади. Шаффоф шишадан сўнг герметик ламинация пленкаси (ЭВА-этиленвинилацетат) қўйилиб, унинг устидан 36 та кетма-кет уланган ҚЭ, сўнгра яна ламинация пленкаси ЭВА йиғилади. ЭВА пленкаси ҚЭ шишага тўлиқ герметизация қилиш (ҳаво пуфакчалари қолдирмаслик) қўшимча ёруғлик синиши, қувват йуқотилишини олдини олади.

Бундан ташқари герметизация ҚЭ ҳар хил атмосфера таъсирлари ва юзага келиши мумкин бўлган каррозиядан асрайди.

Шунингдек фотоэлектрик модулни химоялаш учун махсус химоя пленкаси ҳам ёпиштирилади. Орақа химоя пленкаси сифатида РТ–полиэтилентерефталат, (polyethelenerftalate), ТРЕ - термо-пластик эластомердан пленка (thermoplastic elastomer film), ТРТ–тедлар-полиэстер-тедлар (Tedlar-Polyester-Tedlar) хизмат қилади.



30-расм. Ламинацияланган модуль

Химоя пленкаси ҳам элементларни атмосфера таъсирлари (қор, ёмғир, дўл) ва каррозиядан асрайди.

Модуль конструкцияси қўшимча қаттиқлик бериш, ламинация қилиш учун вакуумга эга ламинация қурилмасига жойлаштирилади, бунда 15 дақиқа ичида 138-150<sup>0</sup>С ҳарорат сақланади. Вакуум печидан олингандан сўнг модульнинг ҳамма компонентлари билан маҳкам ягона бўлиб қолади (30- расм).



31-расм. Фотоэлектрик модуль ламинация печидан сўнг

Ламинациядан сўнг фотоэлектрик модуль махсус симуляторга жойлаштирилади ва электрофизик параметрлари, характеристикалари олинади. Қуёш фотоэлектрик панелларининг параметрлари бутун дунёда ишлаб чиқарувчилар томонидан стандарт тест шароити (STC) да олиб борилади. Бунда қуйидагилар ҳисога олинади: ( $E=1000$  Вт/м<sup>2</sup>, фотоэлектрик модуль

харорати - 25°C, атмосфера массаси AM1).

Олинган натижалар этикеткада (32-расм) акс этирилган ҳолда фотоэлектрик модулининг орқа томонига ёпиштирилади.

KYOCERA		PHOTOVOLTAIC MODULE	
MODEL KD220GX-LFBS			
IRRADIANCE AND CELL TEMPERATURE	1000Wm <sup>-2</sup> AM 1.5 25° C	800Wm <sup>-2</sup> AM 1.5 47.9° C	MAXIMUM SYSTEM VOLTAGE
	Pmax	220W	
Vpmax	26.6V	23.6V	600V
Ipmax	8.28A	6.62A	
Voc	33.2V	-	MASS
Isc	8.98A	-	
SERIAL NO.	11YPSY0545		Q

32-расм. Қуёш фотоэлектрик модулининг орқа томонида ёпиштириладиган электрофизик параметрлари этикеткаси

Фотоэлектрик модули этикеткасида қуйидаги параметрлар ( $U_{с.ю.}$ ,  $I_{к.т.}$ ,  $MQH$ ,  $V_n$ ,  $I_n$ , пик қуввати, модул оғирлиги, серияси ва бошқалар) акс этади.

Тайёр фотоэлектрик модул махсус пластик рамасига ёки алюминий профиль рамасига жойлаштирилади. Алюминий профиль монтаждан сўнг ҳимоя диодларига, улаш кабелларига эга коммутацион кути модулининг орқа томонига клемма чиққан жойга ўрнатилади (33-расм).



A



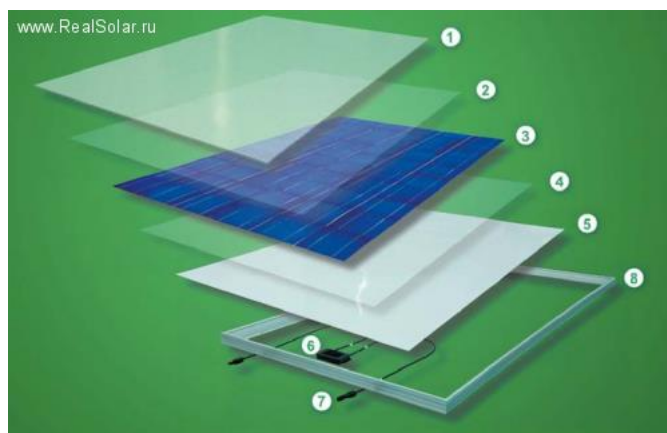
B

33-расм. А-алюминий каркасни монтаж қилиш; В-клеммали қутини ўрнатиш

Коммутацион қутида жойлашган ҳимоя (шунт) диодлари фотоэлектрик модулни қисман соя ҳосил бўлиши ва ўта қизиш ҳисобига элементларнинг ишдан чиқишини олдини олишга мўлжалланган. Уларсиз ҳамма модул

элементлардан бирининг куйиши, ишдан чиқиши ҳисобига яроқсиз ҳолатга келиши мумкин.

Қуёш фотоэлектрик панели (9-расм) қуйидаги қисмлардан ташкил топган:



34-Расм.Қуёш фотоэлектрик панели структураси

1-ҳимоя шишаси; 2-олд ламинация пленкаси (ЭВА - этиленвинилацетат); 3-қуёш элементлари занжиридан ташкил топган фотоэлектрик модул; 4-орқа ламинация пленкаси (ЭВА - этиленвинилацетат); 5-орқа ҳимоя пленкаси (PET – Полиэтилентерефталат (polyetheleneterftalate), TPE - Термопластик эластомердан пленка (thermoplastic elastomer film), TPT – тефлон-полиэстер-тефлон (Tedlar-Polyester-Tedlar); 6-ҳимоя диодларидан ташкил топган клеммали кути; 7-коннекторлар; 8-алюминий рама.

ФЭБ тайёрлашнинг механик усули қўйидагича амалга оширилади: ламинацияловчи герметик қопламалар сифатида махсус силикон смолали ёки синтетик кауччик (СКТН - синтетический каучук термостойкий низкомолекулярный, ГОСТ 13835-73) фойдаланилади. Ламинация қилишдан олдин силикон смоласидан ҳаво пуфакчалари вакуум қурилмаси ёрдамида чиқариб юборилади. Бу герметик смола махсус тобланган шишага бир текисликда қўйилади, сўнгра 36 та кетма-кетликдан иборат ҚЭ занжири силикон смола устидан ётқизилади. Шиша ва ҚЭ ўртасида ҳаво пуфакчалари бўлмаслигига ҳаракат қилинади, кейинги жараён қуритиш ҳисобланиб (полимеризация жараёни), 30-35°C ҳарорат бир неча сутка давомида таъминланади. Бунда ҳамма технологик жараёнлар қўлда амалга оширилади. Фронтал томондан ҳимоя қопламаси сифатида ўтказиш коэффиценти ~90% дан юқори бўлган, ҳар хил қалинликдаги МДХ давлатларида ишлаб чиқарилган тобланган шишалар ишлатилади.

11-жадвал

ҚЭ силикон смола асосида ламинациялаш	ҚЭ ЭВА пленкаси ёрдамида махсус қурилмада ламинациялаш
---------------------------------------	--

$I_{к.з.}$ А	$U_{хх.}$ В	Пик қувват Вт	$I_{к.з.}$ А	$U_{хх.}$ В	Пик қувват Вт
<b>8,3</b>	<b>23,1</b>	<b>150</b>	<b>9,2</b>	<b>24,1</b>	<b>165,1</b>
Смена давомидаги унумдорлик			Смена давомидаги унумдорлик		
<b>300 Вт</b>			<b>1650 Вт</b>		
Ламинациялаш жараёнида электр энергия ҳаражатлари, кВт час/кун			Ламинациялаш жараёнида электр энергия ҳаражатлари, кВт час/кун		
<b>0</b>			Более <b>150</b>		

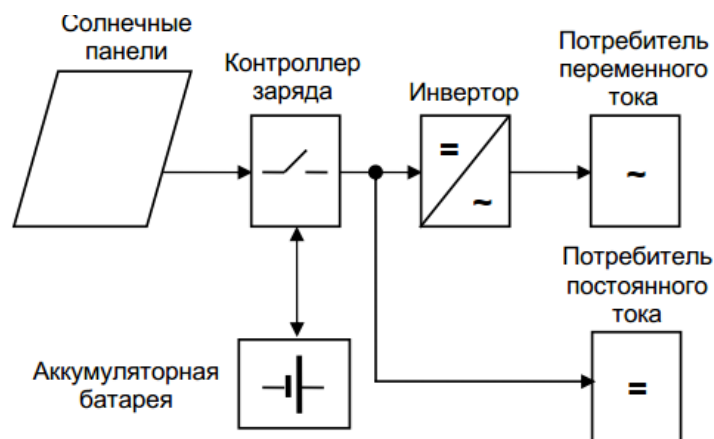
Бир хил қалинликда шишада фойдаланиш ҳолатида ФЭБ параметрлари механик усулда тайёрланган ҳолатда 3-5% га кичиклиги тадқиқотлар натижасида аниқланди. Шунингдек ҚЭ синиш каби ҳолатлар ҳам учрайди ва 6- % ни ташкил этади, бир вақтда силикон смоласининг ҳар хил қалинлиги, бир жинсли эмаслиги сабаб ФЭБ ток кўрсаткичи бўйича параметрларининг тушуви руй беради.

Афзаллиги, электр энергияси узулиш ҳолатларида ҳам лаборатория шароитида тайёрлаш мумкин. Қуйидаги 1-жадвалда ўлчамлари 156x156 мм<sup>2</sup> бўлган ҚЭ ламинациялашнинг 2 усулда тайёрлашдаги ФЭБ параметрлари келтирилган.

1-жадвалдан кўриниб турибдики, 2-ҳолатда тайёрланган текстура юзага эга модулдаги қисқа туташув токи 9 А дан юқори, салт юриш кучланиши эса 24 В дан ортиқни ташкил этади.

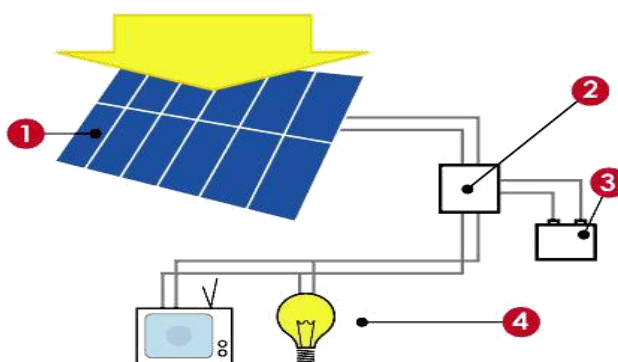
## **2§.Автоном фотоэлектрик станциялар**

Электр узатиш линияларидан узоқда жойлашган электр таъминоти учун мўлжалланган қуввати 0,01...100 кВт бўлган содда АФЭС ларнинг структуравий схемаси 35-расмда келтирилган.



35-расм. АФЭС нинг соддалашган структуравий схемаси

Автоном фотоэлектрик тизимлардан марказлаштирилган электр таъминоти мавжуд бўлмаган жойларда фойдаланилади. Сутканинг тунги вақтларида энергия таъминоти ва қуёш яхши нур сочмаган вақтлар учун аккумулятор батареяси (АБ) зарур. Автоном фотоэлектрик тизимлар алоҳида уйларнинг электр таъминоти учун тез-тез қўлланилади. Кичик тизимлар асосий юкларни таъминлаши мумкин (ёритиш манбаи, баъзан телевизор ёки радио), ўта қувватли тизимлар сув насоси, радиостанция, музлатгич, электрожиҳозлар ва бошқалар. Бундай тизим қуйидагилардан ташкил топган (36-расм).



36-расм. Автоном фотоэлектрик тизим:

1 – қуёш панели; 2 – контроллер; 3 – АБ; 4 – юклама

### Таянч конструкция

Қуёш фотоэлектрик тизимлари муҳим қисми сифатида қуёш панеллари учун қўллаб қувватловчи конструкция хизмат қилади. У ҳамма тизим учун зарурий мустаҳкамлик ва қуёш панели учун тўғри қиялик бурчагини таъминлайди. Қуёш панели билан таянч конструкциянинг бирикуви ҳар хил шамол тезликларига ва бошқа атроф муҳит таъсирларига бардошли бўлиши керак.



Йирик фотоэлектрик тизимлар учун кичик нусхадан саноат даражадаги нухасигача тайёрланадиган конструкцияларнинг турли хиллари мавжуд. Бундай конструкция металлдан ёки синтетик материалдан тайёрланади. Фотоэлектрик тизимларни ўрнатиш вақтидаги ҳолатга қараб таянч конструкцияларнинг турли хил турлари мавжуд. Тармоқ билан боғланган тизимлар учун таянч конструкцияларнинг ясси ёки томда кичик бурчак остида, шунингдек уй фасадлари учун турлари мавжуд. Тармоқ билан боғланган тизимлар бино конструкциясининг элементи ҳам бўлиши мумкин (интеграциялашган қуёш тизимлари)

### Заряд-разряд контроллерлари

Автоном фотоэлектрик тизимларда заряд-разряд контроллерлари ортқча энергия сарфи бўлганда аккумулятор батареясини (АБ) чуқур разряддан ҳимоя қилиш ва АБ тўлиқ заряд ҳолатида қуёш панели электр энергия генерация вақтида АБ ни қайтадан зарядланиш ҳолатидан асрайди. (3- Расм). Заряд-разряд контроллеридан фойдаланишда афзалликларидан бири шуки, АБ разряд ҳолатида юкланиши дарҳол узади. Одатда фотоэлектрик тизимлар заряд-разряд контроллерлари билан таъминланади. Шунинг учун юклама ҳеч қачон тўғридан тўғри АБ га уланмайди, бунда АБ ишдан чиқиши мумкин.



37-расм. Заряд-разряд контроллерлари

Кенг –импульсли модуляцияли заряд токига эга контроллерлар

Оддий контроллерлар АБ кучланиш 14,4 В га етганида энергия манбаи (қуёш батареяси) ни узади (АБ номинал кучланиш 12 В). АБ да кучланиш  $\approx$  12,5– 13 В га камайганида қуёш панели қайтадан уланади ва заряд АБ да тикланади. Шунинг учун АБ максимал разрядланиш даражаси 60–70% ни ташкил этади. Мунтазам равишда тўлиқ зарядланиш бажарилмаса, АБ нинг яроқлилиқ муддати камаяди.

Замонавий контроллерлар заряднинг тугаш босқичида кенг импульс модуляцияли заряд токи (КИМЗТ) деб номланадиган жараёндан фойдаланилади. Бунда АБ заряди 100% гача зарядланади. 38- Расмда қуёш панели ёрдамида АБ зарядлашнинг 4 та босқичи кўрсатилган.

1). Максималь ток билан зарядлаш. Бу босқичда АБ қуёш панелидан келаётган ҳамма токдан фойдаланади.

2). КИМЗТ дан фойдаланиш. АБ да кучланиш аниқ сатҳга чиққанида контроллер доимий кучланиш билан КИМЗТ ҳисобига таъминлай бошлайди. Бу АБ да газ ажралиб чиқиши ва ўта қизишни олдини олади. АБ зарядланиш сатҳига қараб ток камайиб боради.

3). Тенглашиш. Кўпгина суюқ электролитга эга АБ газ ҳосил бўлишигача даврий зарядланиш давомида иш жараёни яхшиланади, электролит аралашиб пластиналар тозаланади, АБ ҳар хил банкаларида кучланиш тенглашади.

4). Таянч заряд. АБ тўлиқ заряд ҳолатида бўлса ҳам, заряд кучланиши батареяда газ ажралиб чиққанда ёки унинг қизиши вақтида камаяди, бу вақтда АБ заряд ҳолатида ушлаб турилади.



38-расм. Қуёш панелидан АБ зарядлашда босқичлар

### Максималь қувват нуқтасини кузатишга мўлжалланган контроллерлар

Қуёш батареялари ишлаб чиқараётган энергия миқдорини ошириш керак бўлса, қўшимча қуёш панеллари қўшмасдан ҳам оддий контроллерни махсус «Maximum Power Point Tracker» (MPPT) деб номланадиган қуёш батареясида максималь қувватни (ТММ) кузатишга мўлжалланган контроллер билан алмаштириш керак.

MPPT-контроллер қуёш батареясидаги кучланиш ва токни доимо кузатиб боради, унинг қийматларин қупайтириб, қуёш батареяси қуввати максималь бўлгандаги ток кучланиш жуфтлигини аниқлайди. Ўрнатилган процессор АБнинг заряд босқичини кузатади (тўлиши, ўта тўйиниши, тенглашиш, таянч) ва шу асосида унга қандай миқдордаги ток берилишини аниқлайди. Процессор бир вақтда таблодаги параметрлар индикациясига ҳам команда беради (маълумотларни сақлаш ва бошқ.)

Максималь қувват нуқтаси ҳар хил усуллар билан ҳам ҳисобланиши мумкин. ТММ ни қидирув усуллари ҳам ҳар хилдир.

1). Одатда «Perturb and Observe» усулидан фойдаланилади. Яъни қуёш батареясининг вольт-ампер характеристикасини ТММ билан даврий равишда

тўлиқ сканерлаш (2 соатда 1 марта) олиб борилади. Навбатдаги сканерлаш жараёнигача контроллер кидиришда давом этиб, қуёш батареясининг қувват тебранишини ҳисоблайди ва агар унда қувват катта бўлса янги ишчи нуқтага, янги кучланишга силжитади. Амалий жиҳатдан ҳамма контроллерларда ушбу усул қўлланилади.

Унинг камчилики шундан иборатки, доимо ўлчаш ишларини олиб бориш ва бу вақтда панелдан келаётган энергиянинг узилиши ҳисобланади. Ҳар хил ишлаб чиқарувчилар қуёш батаереяси максимал қувват нуқтасини оптимал кузатиш учун Қуёшдан келаётган оптимал миқдордаги энергияни частота итерациялари, тўлиқ сканерлаш даврийлиги ва кидирув чуқурлиги параметрларини танлашади.

2). Иккинчи усул. – «Scan and Hold». Биринчи сканерлаш жараёнидан сўнг топилган нуқта даражасида кучланиш аниқланади ва навбатдаги тўлиқ сканерлаш ҳолатигача ушлаб турилади. Бундай усул қуёш панелида соя ва булутлар пайдо бўлмаганда яхши ҳисобланади. Афзалликлари – ишнинг юқори тезлиги, ўлчаш жараёнида генерация вақтида узилишлар бўлмайди.

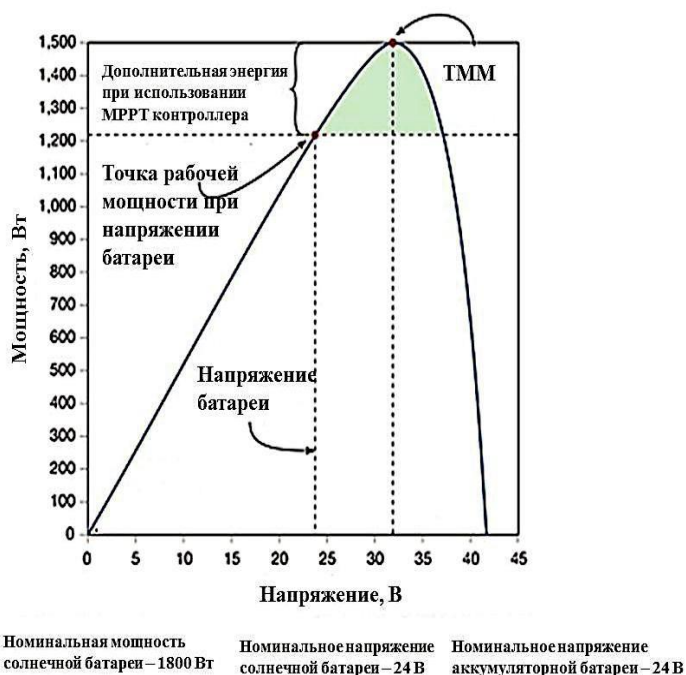
3). Учинчи усул – «Percentage of open circuit voltage». Салт юриш кучланиши ва ( $U_{ох} \cdot k$ ) даражасидаги ишчи нуқта ўлчанади. Бу ерда  $k$  - 0 дан 1 гача бўлиши мумкин ( $k=0.8$ ). Нуқта навбатдаги сканерлаш жараёнигача ушлаб турилади. Бундай усул панелларда соя тушиши ва булут бўлмаган ҳолатлар учун яхшидир. Афзалликлари – ишнинг юқори тезлиги, ўлчаш вақтида генерацияда узилишлар бўлмайди.

4). Тўртинчи усул – ишчи нуқтани қатъий равишда танлаш. Контроллер қўллаб турадиган исталган кучланиш белгиланади. У ҳеч қандай ўлчаш ва ҳисоблашларни бажармайди, доимо ишлаб туради. Камчиликлари – танланган кучланиш ҳақиқий ТММ дагидан узоқ бўлиши мумкин. Аммо, аниқ маълум бўлса қандай кучланишда батарея максимал қувват ишлаб чиқаради ва қуёш батареяси амалиётда доимо очик ҳавода ишлаганда ушбу усулдан фойдаланган маъкулроқ.

Тизим ишга туширилганда контроллер қўллаб турадиган кучланиш берилади, яъни у қуёш батареясининг аниқ параметрлари бўйича ҳисобланади.

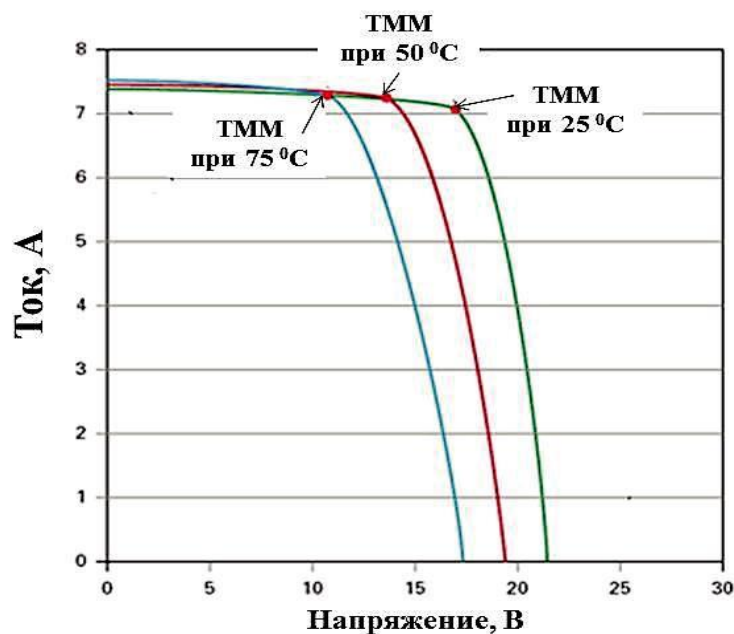
ТММ нинг ҳолати панелларнинг ёритилганлигига, ҳароратига, фойдаланадиган панелларнинг ҳар хиллигига ва бошқ. боғлиқдир. Контроллер даврий равишда ўтган босқичдаги нуқтадан “ўзгаришга” ҳаракат қилади, бунда қуёш панелининг қуввати кўтаралиши лозим, шунда у янги нуқтадаги ишга ўтади. Назарий жиҳатдан олганда, ТММ ни кидириш вақтида бир оз энергия йўқотилади, лекин бу энергия қўшимча равишда МРРТ-контроллер таъминлаган энергия билан таққослаганда жуда ҳам камдир. Қўшимча равишда олинган энергияни бу ҳолатда аниқлаш жуда қийиндир. Қўшимча равишда ишлаб чиқариш жараёнига таъсир қилувчи омиллар бўлиб ҳарорат ва АБ зарядланиш даражаси сабаб бўлади.

Ишлаб чиқариш жараёнига энг кўп ҳисса асосан, панелларнинг паст ҳароратларида ва разрядланган АБ содир бўлади.(5- расм).



39-расм. МРРТ – контроллердан фойдаланганда кўшимча равишда олинган энергия микдори

Максимал қувват нуктасида қуёш панелининг қучланиши панелнинг ҳар хил ҳарорат катталикларида ўзгаради (39- расм). Қуёш панели қанчалик қизиса, қучланиши камайиб қуёш батареясининг ишлаб чиқариш самарадордлиги ҳам кам бўлади. Қандайдир вақтларда ТММ нинг катталиги АБ даги қучланишдан ҳам кичик бўлиши мумкин, бу ҳолатларда оддий контроллер билан таққослаганда ҳеч қандай ютуқ бўлмайди. Бу қуёш батареясига қисман соя тушган вақтларда юз беради. МРРТ-контроллерларнинг жорий нархи уларни 200 Вт қувватдан бошлаб қуёш панелларида ёки ностандарт қучланишланишга эга панелларда қўллаш имконини беради.



Номинальная мощность солнечной панели – 120 Вт  
 Номинальное напряжение солнечной панели – 12 В  
 Уровень освещенности – 1000 Вт/м<sup>2</sup>

40-расм. Панел ҳароратига боғлиқ равишда максимал қувват нуктасида қуёш панели кучланиши

### Фотоэлектрик тизимлар учун инверторлар

Инверторлар АБ да доимий токни ўзгарувчан токка ўзгартириш ёки қуёш панелларида доимий токни марказий электр таъминоти тармоқларидаги аналог ток каби ўзгартиради.

Тармоқ билан боғланган тизимларда инверторлар (тармоқ инверторлари) қуёш панелларидан энергияни қабул қилиб уларни ўзгарувчан токка айлантиради, сўнгра тармоққа ҳам узатади.

Кўпчилик қуёш панеллари доимий ток ишлаб чиқаради. Интеграциялашган инверторлар билан қўлланиладиган панеллар ҳам бўлиб улар микроинверторли АС панеллар деб номланади (41- расм).



41- расм. Қуёш панелининг орқа томонида микроинвертор

Уларнинг афзалликлари шундаки, осон созлаш, бундай панелларни фотоэлектрик тизимга осон қўшиш йули билан масштабни кенгайтириш имкониятидир. Бундай инверторлар фақат тармоқ билан боғланган тизимларда ишлатилади.

Автоном тизимларда стандарт маиший қурилмаларни 220 В ўзгарувчан кучланиш билан таъминлаш учун АБ ёки қуёш панелларидаги токни ўзгартириш лозим бўлади.

Шунингдек, резерв тизимларда ҳам ушбу муаммо – АБ даги доимий токни ўзгартириш ва одатий жиҳозларни таъминлаш. Кўпгина инверторлар мавжуд бўлиб улар қуввати ва турлари билан фарқланади. Улардан баъзилари – юқори самарадорикка эга. Агар инвертор кўп ҳолларда юкламасиз бўлса, кутиш режимида истеъмол қилинадиган кичик қувватни бериш керак. Агар у кўп ҳолларда юкламани таъминлайдиган бўлса, унда максимал ФИК га эга инвертор танлаш керак бўлади.

Қуёш панели домий ток ишлаб чиқаради, АБ эса доимий ток кўринишида энергияни сақлайди, лекин кўпчилик жиҳозлар 220 В ёки 380 В ўзгарувчан ток кучланишини талаб қилади. Инвертор домий токдаги кичик кучланишлар 12, 24, 32, 36, 48, 96, 120 В ни юқори кучланиш 220 В га ўзгартириб беради. Ўзгартириш вақтида энергиянинг бир қисми йўқолади, яъни 5% дан – 20 % гача, бу эса унинг иш режими вақтида сифатининг даражасига боғлиқ бўлади.

Инверторлар ҳар хил қувватда бўлиб уларнинг тури қўллаш ҳолатига қараб танланади. Кичик автоном тизимларда камқувватли инверторлар (100-1000Вт) телевизор, радио, лампочкалар ва бошқа жиҳозларни таъминлаш учун фойдаланилади. Бу инверторларда кириш кучланиши 12 В ёки 24 В чиқиш кучланиши эса 220 В бўлади. Катта қувватли инверторларда кириш кучланиши 24 В, 48 В ёки 96 В ёки юқори бўлиши мумкин. Арзон иинверторлар генераация вақтида энергияни босқичли ёки тўғри тўртбурчакли шаклда ёки умумий ном билан квазисинусоидал ёки модификациялашган синусоида сигнал шаклида ўзгартиради. Кучланишнинг бундай шакли ҳар доим ҳам ҳамма жиҳозларга тўғри келмайди. Соф синусоидал инверторлар тармоқдаги каби сифатли ток каби исталган юкламани муаммосиз таъминлай олади.

## Замонавий инверторлар функцияси

- Ўлчаш. Инвертор дисплейида кучланиш, ток, частота ва қувват тасвирланади.
- Генераторни автоматик қўшиш имконияти. Инверторда АБ кучланишга боғлиқ равишда резерв генераторни тўхтатиш ёки автоматик қўшиш учун қўшимча реле мавжуд. Бу функция кўпчилик ҳолларда инверторга алоҳида блок кўринишида бириктирилади. Замонавий инверторлар тармоқдан АБ аниқ вақтда зарядлай олиш мумкин, генераторни қўшиш кундузи бажарилиши мақсадга мувофиқ (шовқин туфайли).
- Тармоқ билан параллел ишлай олиши. Тармоқ инверторлари тўғридан тўғри куёш батареясида энергияни АБ сиз тармоққа ўзгартириб йуналтиради. Бу анчагина тизимнинг таннархини камайтиради, яъни электр энергиясини арзонлаштиради.
- Ўрнатилган заряд қурилмаси. Бундай инверторлар генератордан ёки тармоқдан фойдаланиб АБ ни зарядлаши мумкин. Бир вақтда улар энергияни бевосита истеъмолчиларга ҳам узатиши мумкин.
- Параллел улаш. Баъзи инверторлар қувватни ошириш учун параллел уланиши ҳам мумкин.

### 3. Локал электр тармоғи билан интеграллашган фотоэлектрик станциялар

Берлин консорциуми Prethezm Solutions/BAE Batterien ва Dena энергетика агентлиги (Германия) томонидан беғараз мақсадда 2016 йил 23 сентябрда Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетига қуввати 20 кВт бўлган куёш ФЭС ўрнатилган эди (42-расм).



42-расм. 20 кВт қувватли куёш фотоэлектрик станциясининг умумий кўриниши

ФЭС 60 та кетма-кет ва параллел уланган фотоэлектрик панеллар (ФЭП), қуввати 22 кВт бўлган уч фазали тармоқ инвертори (SMA, Sunny Tripower

22000TL), умумий қуввати 9.9 кВт бўлган 3 дона аккумулятор кучланиш инвертори (SMA, Sunny Island invertors), эрувчан сақлагич (Batfuse–B.03), сифими 660 А·соат ва йиғинди кучланиши 48 В бўлган 24 та кетма-кет уланган электр энергиясини аккумуляция қилиш тизими, электр ҳисоблагичи, SMA Energy meter ва дистанцион бошқариш ускунасидан ташкил топган. Шунингдек унинг таркибига яна Wi-Fi-Router, қуёшли уй регулятори (Sunny Home Manager) ва маълумотларни тақдим этиш учун монитор киради.



43-расм. 20 кВт қувватли ФЭС энергетик бошқарув блоки ва назорат қурилмалари

ФЭП Германияда тайёрланган бўлиб ФИК 19% ли кремний монокристали асосидаги 60 та кетма-кет уланган қуёш элементларидан иборат. Sky (AR) 290 Вт қувватдаги ФЭП характеристикалари ва параметрлари тўғрисидаги маълумотлар унинг паспортида акс этган:

Стандарт тест шароитида (STC) унинг электрик характеристикалари қуйидагича олинган (Қуёш нурланиши оқим зичлиги  $1000 \text{ Вт/м}^2$ , ФЭПнинг ҳарорати  $T=25^\circ\text{C}$  ва атмосфера массаси АМ 1,5 га тенг). Мос келувчи маълумотлар 12 жадвалда келтирилган.

12-жадвал

Қисқа туташув токи $I_{к.з.}$	Салт юриш кучланиши $U_{х.х.}$	Номинал қувватдаги ток $I_{н.м.}$	Номинал қувватдаги кучланиш $U_{н.м.}$	Токнинг максимал қиймати $I_{max}$
9,6 А	39,8 В	9,1 А	32,2 В	18 А

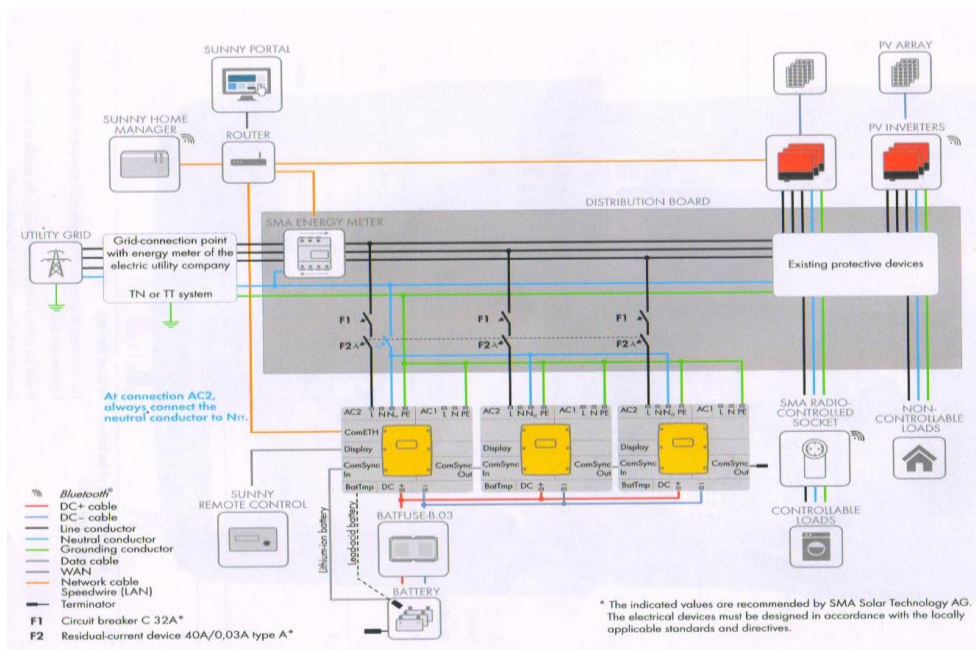
Ҳамма ФЭП ҳаво оқими циркуляцияси ҳисобига уларнинг совутилиши таъминланадиган махсус стационар конструкцияларда ўрнатилган. ФЭП максимал энергия ишлаб чиқариши учун фотоэлектрик батареяларнинг



фронтал юзаси жанубга томон қиялатиб қуёш нурланиши оқимининг тушишига перпендикуляр жойлашиши лозим. Одатда ФЭП таянч конструкциясида йилига уч хил ҳолатда ўзгартириладиган қилиб тавсия этилади. ТошДТУ Энергетика факультети биносининг томида ФЭС ёзги ҳолат учун (горизонтга - 20° қия бурчак остида) жойлашган, шу сабабли йил давомида фотоэлектрик батареялар нисбатан кам миқдорда электр энергия ишлаб чиқаради.

Фотоэлектрик модулларни қиялик бурчагининг ўзгаришини кўзда тутмаган тизимлар учун йил давомида максимал энергия ишлаб чиқариш модуллар худудининг кенглик бурчагини ҳисобга олиб (Масалан, кенглик Тошкент ш. – 41,26405°) ўрнатилганда амалга ошириш мумкин.

44-расмда тасвирланган 20 кВт қувватга эга ФЭС иккита турдаги инверторлар базасида қурилган бўлиб юқори ишончлилик ва самарадорликни таъминлайди. Sunny Island маркасидаги аккумулятор инвертори аккумулятор батареяларини зарядлашда ишончли ҳисобланади. Sunny Tripower тармоқ инвертори иккита МРРТ-трекердан ташкил топиб электр тармоғига уланган ҳолда ФЭС ишлаб чиқараётган доимий токни уч фазали ўзгарувчан токга ўзгартиради ва электр таъминотининг тармоғига узатади. Sunny Tripower маркали инвертор фақат сифатли фотоэлектрик батареялар, яъни қўлланилиш синфи А, IEC 61730 стандартидаги ва ҳимоя синфи II бўлганда фойдаланиш мумкин.



**44-расм. Резерв истеъмол функциясига эга фотоэлектрик электр таъминот тизимининг структуравий схемаси**

Сутканинг кундуз вақтида электр тармоғида кучланиш мавжудлигида ФЭС тармоқ инвертор орқали истеъмолчиларни (Controllable loads) электр энергияси билан таъминлайди. Агар юкланма фотоэлектрик батареялар ишлаб чиқараётган энергиядан камроқ энергияни истеъмол қилса ортиқча электр энергияси аккумуляторларни заряд қилиш учун йўналтирилади, тўлик

зарядланиб бўлингандан сўнг локал электр тармоғига узатилади. Агар юкланма фотоэлектрик батареялар ишлаб чиқараётган энергиядан кўп энергия истеъмол қилса, керакли энергия локал электр тармоғидан олинади. Локал электр тармоғида узилишлар бўлганда (авария ҳолатларида) аккумулятор инверторлари электр энергия узатишни аккумуляция тизимидан ола бошлайди, бунда тармоқ инвертори учун таянч кучланишни шакллантириб беради. ФЭС дан олинadиган энергиянинг ортиқча қисми аккумулятор зарядланган ҳолатида аккумулятор инвертори аккумулятордаги кучланиш маълум чегарага тушмагунча тармоқ инверторини ўчириб қуяди.

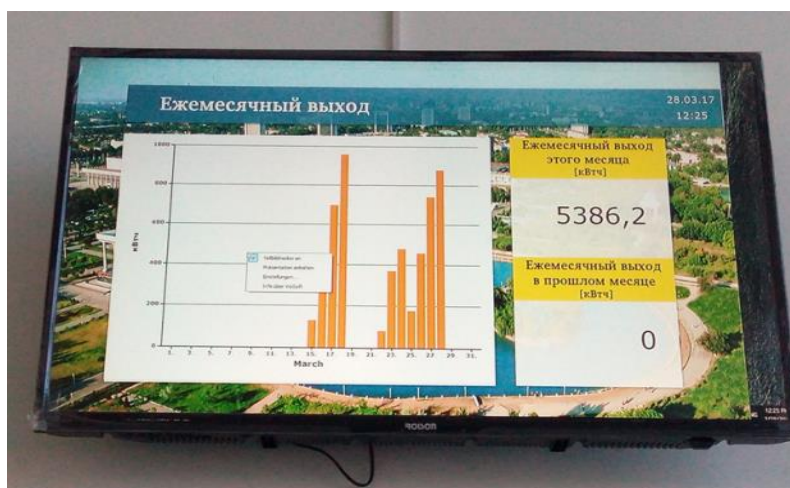
Ушбу структурадан автоном энергетик тизимларини лойиҳалашда ҳам фойдаланиш мумкин, лекин бу ҳолатда аккумулятор инверторининг қуввати юкламанинг тўлиқ қувватигача кўтарилиши зарур.

ФЭС нинг Sunny Home Manager деб номланган махсус қурилмаси бўлиб у ёрдамида тизимнинг параметрлари назорати ва мониторинг амалга оширилади, қисман аккумулятор инверторларининг параметрларини дистанцион бошқаришни таъминлайди. Электр тармоғидан ва ФЭС ишлаб чиқараётган электр энергиясини қайд этиш учун электрон ҳисоблагич хизмат қилади. Хизмат кўрсатилаётган хавфсизликни таъминлаш учун тизимнинг бош электрик занжирига авария ҳолатларида тармоқнинг узилишини таъминлайдиган автоматик узиб улагич ўрнатилган.

SMA Solar Technology AG компаниясининг маҳсулотлари ҳақида батафсил маълумот олиш, қурилмаларнинг техник характеристикалари ҳақида компания сайтида танишиш мумкин (SMA Solar Technology AG – URL: [www.SMA.de](http://www.SMA.de)).

Бундай ФЭС лар энергетиканинг глобал муаммолари ва локал энергетик вазифаларни ечиш учун фойдаланиш мумкин. 20 кВт қувватли ФЭС Энергетика факультетининг локал электр тармоғига параллел уланган бўлиб ишлаб чиқарилган энергия факультет электр тармоғига узатилмоқда.

ФЭС ишлаб чиқарган электр энергияси, аккумуляцияланган энергия, истеъмол қилинган электр энергия электр ҳисоблагичида қайд этилиб сўнгра “Электроника ва автоматика” факультети биноси кириш қисмидаги мониторга узатилади.



#### 45-расм. ФЭС суткалик ва ойлик параметрларини тасвирлаш учун монитор

Махсус дастур ёрдамида эквивалент ҳолда аънанавий ёқилғи ресурсларини тежашни ҳисоблаб беради. Масалан (ўтин, кўмир ва мазут), шунингдек заҳарли газ CO<sub>2</sub> чиқиндиларини олдини олишни аниқлаб беради.

Электрон ҳисоблагич ёрдамида ФЭС техник кўрсаткичларини даврий равишда ёзиб олинганда қуйидаги натижалар олинди. Мониторинг натижалари (45-Расм) 2017 йил декабрдан 2018 йил майгача амалга оширилди.

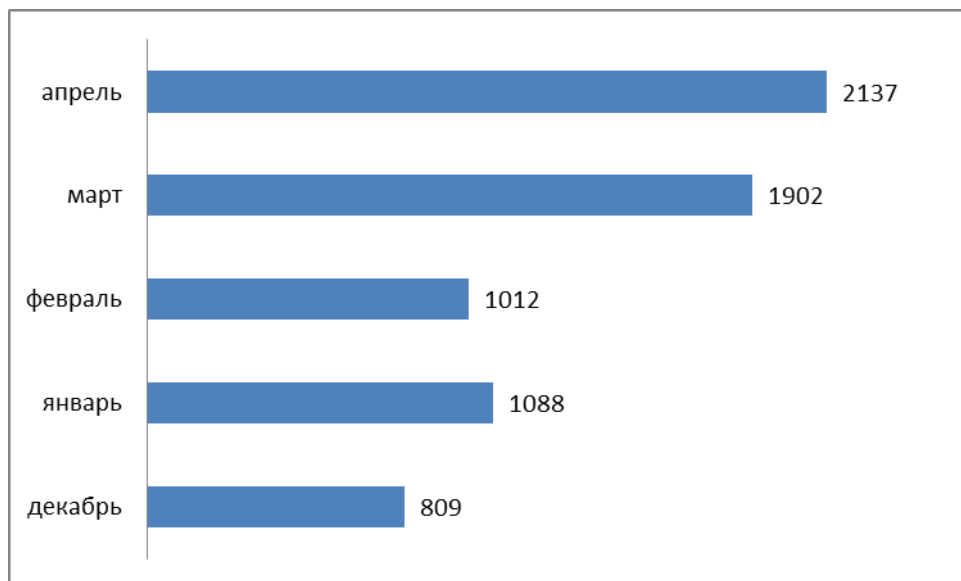
Декабрь 25734

Январь 26543

Февраль 27631

Март 28643

Апрель 30545



#### 46-расм. ФЭСнинг электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичлари (ойига кВт\*соат).

46-Расмдан ва ФЭС иш мониторинг таҳлилларидан кўриниб турибдики, ФЭП юзасига тушаётган қуёш радиациясининг ортиши билан электр энергияси ишлаб чиқариш ортмоқда. Бир вақтда ФЭС электр энергия ишлаб чиқариши кўрсаткичининг кичиклиги Тошкент шаҳри ҳудудида атмосфера таркибидаги чангланганлик концентрациясининг юқорилиги, Қуёшни кузатиш тизимларининг йуқлиги (трекерлар), ёз ойларида атроф муҳит ҳароратининг юқори кўрсаткичининг таъсири ҳисобланади.

Таъкидлаб ўтиш керакки, станциянинг иш режими ҳақида батафсил маълумот олиш учун камида бир йил давомида мониторинг кузатиш ишларини олиб бориш керак.

Ушбу ФЭС станциянинг иш ҳолатини баҳолаш, оптималлаштириш ва илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш учун экспериментал тажрибавий ва намоийш мажмуаси, шунингдек келгусида локал тармоғи билан интеграллашган ФЭС ларни лойиҳалаш жараёнлари ва қуриш учун асос бўлиб хизмат қилади.

#### 4. Қуёш фотоэлектрик станциялари учун таянч конструкцияларни тайёрлаш

**Таянч конструкция:** Қуёш фотоэлектрик тизимлари муҳим қисми сифатида қуёш панеллари учун қўллаб қувватловчи конструкция хизмат қилади. У ҳамма тизим учун зарурий мустаҳкамлик ва қуёш панели учун тўғри қиялик бурчагини таъминлайди. Қуёш панели билан таянч конструкциянинг бирикуви ҳар хил шамол тезликларига ва бошқа атроф муҳит таъсирларига бардошли бўлиши керак.

**Қуёш фотоэлектрик станцияларини қуриш ва монтаж қилиш:** Йирик фотоэлектрик тизимлар учун кичик нусхадан саноат даражадаги нусхасигача тайёрланадиган конструкцияларнинг турли хиллари мавжуд. Бундай конструкция металлдан ёки синтетик материалдан тайёрланади. Фотоэлектрик тизимларни ўрнатиш вақтидаги ҳолатга қараб таянч конструкцияларнинг турли хил турлари мавжуд. Тармоқ билан боғланган тизимлар учун таянч конструкцияларнинг ясси ёки томда кичик бурчак остида, шунингдек уй фасадлари учун турлари мавжуд. Тармоқ билан боғланган тизимлар бино конструкциясининг элементи ҳам бўлиши мумкин (интеграциялашган қуёш тизимлари).

Қуёш фотоэлектрик станцияларини қуриш ва монтаж қилиш ишлари малакали, тажрибали мутахассислар ҳамда техниклар ёрдамида амалга оширилиб, уларнинг ҳар бири ўз йўналиши бўйича мутахассислигига эга бўлиши керак:

1. Ўрнатиладиган майдонни лойиҳалаш бўйича ишлар, геодезия соҳа мутахассислари.
2. Металл конструкцияларни ер монтажи ишлари.
3. Қуёш модуллари, инверторлар ва бошқа электр жихозларини монтаж қилиш ҳамда уларни улаш.
4. Кабель линияларини ўтқазиш, кабель – ўтказгич қурилмаларини монтаж қилиш, трансформатор подстанциясига уларни улаш.



47-расм. Куёш фотоэлектрик станциясининг каркас қисмини ўрнатиш



48-расм. Куёш фотоэлектрик станциясида куёш панелларини муҳандислар томонидан ўрнатиш

Юқоридаги 47-48 расмларда Наманганнинг Поп туманида қурилган қуввати 130 кВт бўлган куёш фотоэлектрик станциясининг қурилишидан лавҳалар келтирилган. Мазкур станция Ўзбекистон Республикасининг иқтисодий Вазирлиги ҳамда Корея Республикасининг савдо, саноат ва энергетика Вазирлиги ўртасида ўзаро ҳамкорлик тўғрисидаги Меморандумини ижросини амалга ошириш доирасида қурилган.

“Ўзбекенерго” ДАК Корея Фотоэлектрик Саноати Ассоциацияси билан биргаликда Наманган вилояти Поп туманида 130 кВт қувватга эга бўлган куёш фотоэлектрик станциясининг қурилиш, монтаж ва созлаш ишлари ниҳоясига этказилди, ҳамда синов тартибида фойдаланишга туширилди. Фотоэлектрик станцияда “Nanhwa”, “JSPV”, “S-Energy” ва “TopSum” компанияларининг ускуналари ўрнатилган.

Ушбу синов тартибидаги фотоэлектрик станцияни ишга тушириш қўйидаги имкониятларни яратади:

- Кандигон маҳалласидаги аҳолини электр энергия таъминотининг мустақкамлигини ошириш;
- Кореянинг куёш модулларини амалий унумдорлигини жойларда синаш йўли билан республикада куёш энергиясини ривожлантириш бўйича истиқболдаги ва кенг қамровли лойиҳаларни текширувдан отказиш учун фойдаланиладиган маълумотлар билан таъминлаш;
- Ўзбекистоннинг табиий шароитларида Кореяда ишлаб чиқарилган куёш модулларининг унумдорлигини синаб кўриш;

- Корея технологияларини Ўзбекистон Республикасида қуёш фотоэлектрик станцияларни қуриш ва ривожлантиришда қўмаклашиш ва қуёш энергияси соҳасида миллий мутахассисларни таёрлашга ёрдам бериш ҳисобланади.

Бундай ишларни амалга оширишда ҳамма жалб қилинган мутахассислар, объектда ишлаш учун махсус ижозатномага эга ходимлар бирдамликда фаолият олиб боришлари зарурдир. Барча бажариладиган ишлар ва ўрнатиладиган қурилмаларга кафолат бериладиган ҳолатда бўлгани учун қурилмаларни ишлашига ва паспорт таснифларига жиддий эътибор бериш керак.

Қуёш панелларини ўрнатиш жараёнида мутахассислардан, яратилаётган қуёш электр станциясининг жойлашиш ўрни, энг қулай қурилмаларни танлаш, монтаж ва лойиҳалашда мураккаб жараёнларни ўз ичига олаганлиги учун бирма бир ўрганиб чиқиш талаб этилади.

Биринчи ўринда қуёш фотоэлектрик станциясининг лойиҳадаги қуввати аниқланади. Бу бизга зарур бўлган қуёш модуллари сонини ҳисоблаш, ҳудуд майдонини аниқлашда имкон беради, сўнгра мутахассислар сизга маҳкамлаш тизимининг оптимал чизмасини таклиф этадилар. Албатта тақдим этилган чизмада, кам чиқим сарфлаб максимал миқдордаги электр энергия олиш имконини берувчи, фотоэлектрик станция ориентацияси танланган бўлиши шарт.



49-рasm. Бир ўқли трекерга эга қуёш фотоэлектрик станцияси

**Таянч тизимининг** иккита асосий кўриниши мавжуд: **статик ва динамик**. Статик тизимнинг асосий элементларига бу маҳкамлаш тизимидаги юқори сифатли алюминий профилдан, таянч элементлари руҳ жимояси билан қопланган пўлатдан тайёрланади. Статик тизимнинг характерли томони шундаки, қуёшга нисбатан ориентация қилинган модулларнинг қиялик бурчагини ўзгартириб бўлмайди. Мантиқан, қуёш модуллари сутканинг ёруғ вақтида максимал даражада ёритилган бўлиши ва жанубга қараб ориентация қилинган бўлиши зарур. Қуёш фотоэлектрик станцияларини қуришда дарахтлар, электр энергия ва телефон кабел линиялари, телевизор антенналаридан узоқда бўлиши керак. Шунини айтиш лозимки, вақтинчалик соя

хосил бўлиши, атроф мухит чанги ва қуш ахлатлари шу каби бошқа ҳолатларда фотоэлектрик модулларнинг электрофизик параметрларига салбий таъсир кўрсатади. Шунингдек яна бир ҳолат, фотоэлектрик панеллар орасидаги масофага ҳам эътибор бериш лозим, чунки улар бир бирига соя солмаслиги ва ер силкинишлари юзага келганда бир бирларига тегиб ишдан чиқиш ҳолатларини камайтиради.

Яна статик тизимлар ҳақида қисқача қисқача тўхталамиз: модуллар столда горизантал ва вертикал равишда (1-5) бир қанча қатордан жойлашиши мумкин. Конструкция оғирлиги ва бошқа бир қанча таснифларига боғлиқ ҳолда, стол (каркас) бир ёки икки таянчли бўлиши мумкин. Конструкция маҳкамланган тизим тупроқли жойга икки усулда бириктирилади:

- 1) Ўрнатилаётган жойга тўғридан-тўғри қозик орқали бириктириш.
- 2) Ўрнатилаётган жой майдонини бетон қоришма орқали бириктириш.

Бу параметрлар биринчи навбатда, тупроқнинг геодезияси ва геологиясига ҳамда станциянинг лойиҳадаги қувватига қараб аниқланади.

Динамик тизим – бундай тизим ингилизча (трекер), яъни ўзбекчада “*кузатувчи мослама*” деб номланади. Унинг иш жараёни жуда оддий бўлиб, қурилманинг ФИК ошириш учун, қуёшни максимал даражада кузатишга мўлжалланган. Уларнинг икки тури мавжуд бўлиб, биринчиси *бир ўқли* ва иккинчиси *икки ўқлидир*.



50-расм. Икки ўқли трекерга эга қуёш фотоэлектрик станцияси

Бир ўқли трекер ўз ҳолатини фақат бир ўққа нисбатан ўзгартиради. Одатда бундай трекер ташқи кўринишидан статик конструкцияга ўхшаб кетади ва эътибор бериб қаралганда бу конструкция актуатор билан таъминланган бўлиб, қурилма қиялик бурчагини ўзгартириб туради. Актуатор ўз навбатида, мотор – редуктор ва штокдан иборат. Шток столни ўзига бириктириб юқорига ёки пастга ҳаракатлантиради. Бир ўқли трекер бир йилда қуёшга нисбатан бурчагини бир қанча марта ўзгартиради. Бу йилига 2 дан 20 гача бўлган ўзгаришларни амалга оширадиган дастурий таъминот орқали бошқарилади.

Икки ўқли трекер – икки хил текисликда ориентация қилинадиган, мураккаб муҳандислик конструкция ҳисобланади. Икки ўқли трекетнинг, бир

ўқли трекердан фарқли томони шундакиқуёш чиққанидан ва ботгунига қадар кун давомида қуёш нурларини максимал йиғиб, чекланмаган 180<sup>0</sup> бурчакда столни айлантиради. Шунингдек у горизонтал ҳолатда ҳавфсиз режимга эга бўлиб, кучли шамол эганда ҳам бардошли ҳисобланади. Улар қуёш ёруғлигини максимал даражада қабул қилишга мўлжалланган автоматик тарзда тизимни бошқаради. Бундай тизимнинг самарадорлиги статик тизимга кўра 30-40 % кўпроқдир. Бир таянчли тизимга кўра 15 % га юқорироқдир.

## 5. Аморф ва кристалл қуёш фотоэлектрик панелларни таққослаш

Юпқа қатламли қуёш элементлари қуйидаги асосий турларда бўлади:

- 1). Аморф кремний (a-Si) ёки юпқа қатламли кремний (TF-Si);
- 2). Кадмий-теллур асосида (CdTe);
- 3). Диселенид галлий-мис-индий(CIS или CIGS);
- 4). Органик қўшилмали синтетик материаллар асосида (dye-sensitized solar cell);

Юпқа қатламли ҚЭ ўзига қуйида олти қатламни бириктиради. Шаффоф қопламадан иборат антиаксланувчи қатлам, сўнгра *p*- ва *n*- тур яримўтказгичлар, контакт қатлами ва таглик. Юпқа қатламли ҚЭ иш жараёни худди кристалл ҚЭ каби бир хилдир.

Умумий ҳолатда юпқа қатламли қуёш фотоэлектрик модуллари таннархи кристалл модулларга қараганда арзондир, бу тайёрлаш технологиясининг соддалиги, кремний сарфининг камлиги билан изоҳланади. Аммо амалда нархлар ўртасида унча тавофут йуқ, чунки охирги йилларда кристалл фотоэлектрик модулларнинг нархи сезиларли арзонлашди.

Иккаласининг ҳам тайёрлаш технологияси ривожланмокда, нархларидаги фарқ ҳам камаймокда. Юпқа қатламли қуёш фотоэлектрик модуллари одатда шишанинг икки қатлампдан фойдаланилмокда, шунинг учун бир хил қувватда бўлса ҳам хатто қиммат туриши мумкин.

Юпқа қатламли қуёш фотоэлектрик модулларининг бошқа турида яримўтказгичли қатлам эгилувчан асосга учириниш йули билан ҳосил қилинади. Бундай модуллар енгил ва уларни осонлик билан эгиш мумкин. Одатда улар кўчма тизимларда ва мураккаб шаклли ҳолатларда фойдаланилади. 13-жадвалда бу икки технологиянинг қисқача таққослаш ҳолати келтирилган.

13-жадвал

Параметр	Кристалл модуллар	Юпқа қатламли модуллар
Технологиянинг ҳар хил кўриниши	Монокристалл кремний (c-Si). Поликристалл кремний (pc-Si/ mc-Si).	Аморф кремний (a-Si). Кадмий теллур (CdTe). Диселенид галлий-мис-индий(CIS ёки



		CIGS). Органик элементлар (OPV/ DSC/ DYSC).
Максимал қувват нуқтасидаги кучланишнинг салт юриш кучланишига нисбати $U_p / U_{xx}$	80%–85%	72%–78%
Ҳарорат коэффициентлари (юқори атроф муҳит ҳароратларида ҳарорат коэффициентининг кичик қиймати яхши кўрсаткич)	(–0,4%/градус, –0,5%/градус) дан юқори	(–0,1%/градус, (–0,2%/градус) дан кам
Вольт-ампер характеристикасининг тўлдириш коэффициенти	73%–82%	60%–68%
Модул конструкцияси	Алюминий профил асосидаги рама	Рамасиз, иккиталик шиша орасида –нархи арзон, вазни юқори, эгиловчан асосда енгил, арзон
Модул ФИК	15-19%	4-12%
Оммабоп қўлланилиши	Аҳоли яшайдиган уйлар, савдо объектлари, тармоққа генерациялаш	Аҳоли яшайдиган уйлар, савдо объектлари, тармоққа генерациялаш
Талаб қилинаётган майдон	150 Вт/м <sup>2</sup> атрофида	Шу қувват учун 50% гача кўпроқ майдон талаб қилиниши

		мумкин
--	--	--------

Кристалл ва юпқа қатламли фотоэлектрик модулларининг бир биридан фарқланиши уларнинг ФИК сабаблидир, шунингдек кристалл фотоэлектрик модулларнинг яроқлилик муддати ҳам каттадир. Кристалл модулларни ўрнатиш учун харажатлар ҳам кам сарфланади ва деярли икки марта кам майдон ишлатилади.

Кристалл фотоэлектрик модулларнинг камчилигига бошланғич материалнинг юқори нархи, унинг мўртлиги ҳисобланади. Юпқа қатламли модулларни ўрнатиш монтажчилардан юқори малака талаб қилади. Аммо таъкидлаб ўтиш керакки, реал шароитларда аморф кремний моно ва поликристалл қуёш модулларига нисбатан кўпроқ энергия ишлаб чиқаради. 14-жадвалда моно ва поликристалл қуёш фотоэлектрик модулларини баъзи қиёслаш натижалари келтирилган.

14-жадвал

<b>Параметр</b>	<b>Монокристалл кремнийли модул</b>	<b>Поликристалл кремнийли модул</b>
ҚЭ кристалл структураси	Ҳамма кристаллар битта йуналишда ориентацияланган, кристалл доналари параллел	Ҳамма кристаллар ҳар хил йуналишда ориентацияланган, кристалл доналари параллел эмас
ҚЭ ишлаб чиқариш технологияси	Монокристалл кремний цилиндрлари пластиналарга кесилади, сўнгра квадрат шаклда яна кесилади	Тўғри тўртбурчак шаклдаги поликристалл ишланмалар пластиналарга кесилади
ҚЭ тайрлаш ҳарорати	1400 °С	800–1000 °С
ҚЭ шакли	квазиквадрат, квази тўғри тўртбурчак	Тўғри тўртбурчак, квадрат
ҚЭ қалинлиги	≤300 мкм	300–500 мкм
ҚЭ ФИК	15%–23%	12%–17%

ҚЭ параметрлари барқарорлиги	Юқори барқарорлик	Юқори барқарорлик, аммо монокристалл кремний элементларидан кичик
Фотоэлектрик модул таннари	Нисбатан юқори	Нисбатан юқори, аммо монокристалл кремний элементларидан арзон

### 6§. Қуёш фотоэлектрик панеллари яроқлилик муддати

Қуёш фотоэлектрик модуллари кўпгина қурилмаларда дала шароитларида узоқ йиллар синовдан ўтказилди. Амалиёт шуни кўрсатдики, монокристалл кремний асосидаги ФЭБ яроқлилик муддати 25 йилдан ортади.

Дунёда мавжуд ФЭБ конструкцияларининг ҳаммаси, материаллар ва қуёш модулларини тайёрлаш технологиясига қараб тропик иқлимларда 20 йил, муътадил иқлим шароитларида 25 йил бўлиб яроқлилик муддатининг охириги йилларида қувват йўқотилиши 25% гача камайиши мумкин. Сабаби шиша қопламаси ва оптик полимер герметик материал –этиленвинилацетатнинг ультрабинафша ва ҳарорат деградацияга учрашидир. Модулар тайёрлашда фойдаланиладиган ламинация технологияси вакуум печида 150 °С гача қизитиш ва 1 МВт қувватда қуёш модулларини тайёрлаш учун 80 000 кВтсоат электр энергияси харажатларини талаб қилади. РФ Қишлоқ хўжалигини электрлаштириш умуммиллий тадқиқот институти олимлари томонидан таклиф қилинган янги технологияда этиленвинилацетат ва ламинация технологияси бутунлай янги силиконли композиция асосидаги полисилоксан гел билан ламинациялаш технологиясига алмаштирилган. Унга кўра ФЭБ яроқлилик муддати икки марта (40-50 йил) га ортади, бунда ҚЭ ишчи ҳароратининг камайиши ва гел юқори шаффофлиги ҳисобига электр қуввати ҳам ортади, модулни тайёрлаш учун энергия харажатлари 70 000 кВтсоат/МВт га камаяди. Бундан ташқари яроқлилик муддатининг 2 марта ортиши 1 МВт пик қувватли ФЭС учун электр энергия ишлаб чиқаришни 20 млн. кВтсоатга оширади.

Шундай қилиб монокристалл кремнийли фотоэлектрик модулларнинг реал яроқлилик муддати 30 йилга яқин. Поликристал кремнийли модуллар 20 йил ва ундан ортиқ муддат ишлайди. Аморф кремний асосидаги модуллар 7 йил яроқлилик (биринчи авлод юпқа қатламли технология), 20 йилгача (юпқа қатламли технологиянинг иккинчи авлоди) ташкил этади. Юпқа қатламли модуллар эксплуатациянинг биринчи икки йиллигида одатда 10% дан 40% гача қувват йўқотилади, шунинг учун фотоэлектрик модур бозорида 90% ортигини кристалл кремнийли ФЭБ ташкил этади. Қуёш фотоэлектрик модулларининг

параметрларининг ёмонлашиши ва муаммолари куйидаги сабаблар туфайли юзага юзага келади:

1) **ҚЭ сифати.** ҚЭ самарадорлиги кўпгина параметрларнинг тўпламига боғлиқ: шунт ва кетма-кетлик қаршилигига, шовқинли токларга, тескари қаршилиқга, ҳароратга, чангланиш ва бошқалар. Кўпгина омиллар ҚЭ ишлаб чиқариш сифатига ва ундан материаллар, жиҳозлар тайёрлашга боғлиқ. Ишлаб чиқаришнинг ҳар бир босқичларида контакт ўтказиш, флюс сифати, микроёриқларни ҳисобга олиш зарур.

2) **ҚЭ пайвандлаш сифати.** ҚЭ да сифатсиз пайвандлаш олиб борилганда (яъни контакт қисмларида локал ўта қизиш, куйиш) яроқлилик муддати камаяди. Фақат автоматлаштирилган технологияда ҚЭ робот томонидан пайвандланганда сифат бир мунча яхши бўлади.

3) **Этиленвинилацетатной (EVA) нинг сифати.** Бу пленка шиша ва элементлар ўртасида жойлашади, ҚЭ эскириши асосан бу пленканинг хиралашиши ва ишдан чиқиши билан боғлиқ. Сифатсиз пленка бир неча йилдан сўнг оптик хусусиятлари ёмонлашиб, хиралашиб қолиши мумкин. Яхши пленка 30 йилгача хизмат қилиши мумкин.

4) **Модулни герметизациялаш сифати ва орқа ҳимоя пленкаси.** Орқа ҳимоя пленкаси модулга намлик киришини олдини олади. Исталган модулда пленка бўйлаб намлик диффузияси содир бўлади. Агар пленканинг сифати яхши бўлса панел ичига кирган намлик очик ҳаво бўлганда қизиб ташқарига чиқиб кетади. Агар пленка сифатсиз бўлса кўпроқ намлик кириб ҚЭ фронтал юзасидаги тўрли контакт, омик контактларда каррозияни чақириши мумкин.

5) **Алюминий раманинг сифати.** Сифатсиз алюминий профили ишлатилганда рама оксидланиш содир бўлиб каррозия юзага келади. Айрим ҳолатларда (модулар мачталарга ўрнатилганда, кучли шамол юкланмаларида металл каррозиясининг кучайиши сабаб) модулар парчаланиб кетиши мумкин.

Фотоэлектрик тизимнинг бошқа компонентлари ҳар хил яроқлилик муддатига эга: аккумулятор батареялари 2 йилдан 15 йилгача, электроник жиҳозлари 5 йилдан 20 йилгача бўлиши мумкин.

#### **5.7§. Қуёш фотоэлектрик батареялари самарадорлигига атмосфера таркибидаги чангланганлик концентрациясининг таъсири**

ФЭС одатда тўпроғининг унумдорлиги паст бўлган ярим чўл ва чўл ҳудудларида ўрнатилади. Атроф муҳит ҳароратининг юқори кўрсаткичи, шунингдек ФЭБ юзасига чанг қатламнинг ўтириб қолиши сабабли ФЭС да ҚЭ нинг самарадорлиги кескин камаяди. ФЭБ ва Қуёш концентраторлари, гелиостатлар юзасида чангланганлик концентрацияга қараб самарадорлик 10% дан 50% гача камайиб кетади.

Ўзбекистон ҳудудида ҳам учта вилоят чангланганлик эррозияси билан зарарланган: Қашқадарё вилояти, Сурхандарё вилоятининг жануби-шарқий қисми, Фарғона вилоятининг ғарбий қисми. Ўзбекистоннинг сўғориладиган Ерларида Фарғона ва Зарафшон водийларида ҳам чанг эррозияси тарқалган. Чанг эррозиясининг салбий таъсири бу ҳудудда атмосфера ҳавоси таркибида чангланганлик концентрациясининг ортиб кетиши ҳисобланади. Республика ҳудудларида чанг ва тузларнинг асосий кўчиб юриш ўчоғи юза қисми тузли кўллардан иборат Орол денгизининг қуриган қисми ҳисобланади.

Ўзгидромет илмий тадқиқот институтининг олиб борган таҳлилига кўра чўл ҳудудларида йилига 9 т/га, сўғорилиб деҳқончилик билан шуғулланадиган ҳудудларда йилига 0,1-1,2 т/га ташкил этган.

Метрологияда қабул қилинишича ёғин миқдори ўлчов бирлиги (ёғин массасининг бирлик юзага тушиши, яъни г/см<sup>2</sup>) ФЭБ нинг асосий характеристикаларига ҳеч қандай боғлиқ эмаслиги аниқланди, шу сабабга кўра ФЭБ юзининг ифлосланиши даражаси критерияси сифатида фойдаланиб бўлмайди. ФЭБ ойнаси юзининг атмосфера ёғинлари билан ифлосланиш даражаси критериясига зарурат туғилади. ФЭБнинг асосий техник ва иқтисодий характеристикаси унинг иш самарадорлиги (ФИК) бўлганлиги учун, ФЭБ ойнаси юзининг ифлосланиш критерияси сифатида унинг ФИК нинг нисбий ўзгариши катталигини киритамиз:

$$\gamma = \left| 1 - \frac{\eta_1}{\eta_0} \right| \quad (81)$$

$\eta_1$  - (чангланган ойнада ) ФЭБнинг эксплуатация вақтининг, қандайдир вақтидаги ФИК;  $\eta_0$ - (тоза ойнада) эксплуатация бошланишидан олдинги ФЭБ нинг ФИК. Агар ҚЭ ФИК формуласидан фойдалансак ифода:

$$\eta = ff \frac{j_{sc} U_{oc}}{ws} \quad (82)$$

Унда (81) қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\gamma = \left| 1 - \frac{j_{sc,1}}{j_{sc,0}} \right| \quad (83)$$

бу ерда  $j_{sc,1}$  – қисқа туташув токи зичлиги,  $j_{sc,0}$  – салт юриш кучланиши,  $ff$  - вольт-ампер характеристикасининг тўлдириш коэффиценти,  $W$  - ҚН оқими зичлиги,  $S$  – ҚЭ юзаси. Қисқа туташув токи зичлигининг ҚЭ га ва антиакслантирувчи қатламдаги ойнанинг оптик хусусиятига боғлиқлиги қуйидаги кўринишда бўлади:

$$j_{sc} = \frac{q}{hc} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda \cdot T(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot Q(\lambda) \cdot (1 - R(\lambda)) d\lambda \quad (84)$$

q-электрон заряди, h- Планк доимийси, c-ёруғлик тезлиги, λ- ҚН тўлқин узунлиги, E(λ) - ҚН энергияси оқим зичлигининг спектрал тақсимоти, T(λ) - шишанинг ўтказиш коэффициенти, Q(λ)-йиғиш коэффициенти, R(λ)- Шиша-антиакслантирувчи тизимнинг акслантириш коэффициенти, λ<sub>1</sub> λ<sub>2</sub> –ҚЭ спектрал сезувчанлик соҳасининг чегаралари. Шундай қилиб спектрнинг қуёшли соҳасида

(0,4-2,55мкм) шишанинг синдириш кўрсаткичи дисперсияси сезиларсиз бўлгани учун (84) даги ўтказиш коэффициенти ўртача қиймат билан алмаштириб, интегралдан чиқарсак, унда (83) қуйидагича ёзилади:

$$\gamma = \left| 1 - \frac{T_1}{T_0} \right| \quad (85)$$

бу ерда T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> – тоза ва ифлосланган шишаларнинг ўтказиш коэффициентининг ўртача қийматлари.

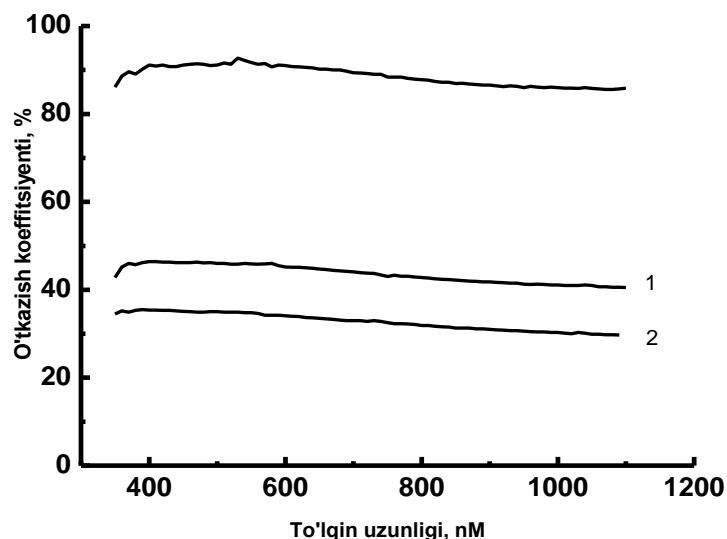
ЎзР ФА “Физика-Қуёш” ИИЧБ Физика техника институтида тадқиқот олиб борилиб 4.06.2014 дан 24.09.2014 йил вақт оралиғида Тошкент шаҳри марказидаги кўчаларга ўтказиш коэффициенти 88,6% бўлган учта шиша жойлаштирилди.

Бу учта шишанинг фотопластинканинг ёруғлик ўтказиш коэффициенти Lambda EZ-150 спектрофотометрда ўлчанди. Ўлчаш натижалари 51 расмда келтирилган. (85) бўйича ҳисоблаш натижалари 15 жадвалда келтирилган. Тоза пластинканинг ўтказиш коэффициентининг ўртача қиймати 88,6%.

15 Жадвал

Спектр рақами	T, %	γ, %
1	43,6	50,8
2	32,7	63,1

Натижаларга асосланиб хулоса қилишимиз мумкинки, 80 кун ойна юзи тозаланмаса, ФЭБ қуввати ~50% га камаяди. Тадқиқот давомида Тошкент шаҳри шароитида кузатиш (текшириш) давомида хаво очиқ, кун тун ҳароратлари максимал яқин бўлганлигини қайд қилиш жоиз, ёғинлар кузатилмади.



51-расм. Тоза фотопластинканинг (рақамсиз) ва кўчада 80 кун (1), 110 кун (2) давомида экспозициядан кейин фотопластинкаларнинг ўлчанган нур ўтказиш спектрлари.

### 8.Қуёш фотоэлектрик модули ҳароратига конвектив иссиқлик алмашинувининг таъсири

ФЭБ термодинамик модели – термодинамик мувозанатда бўладиган ясси параллел тизим бўлиб чегар элементлари шиша ва химоя пленкаси ҳисобланади. Термодинамик мувозанат ҳолатида ФЭБнинг ҳарорати доимий ва  $T$  га тенг.

ФЭБ нинг юзига тушувчи ҚН оқими зичлиги  $Q_s$  (аксланишни ҳисобга олганда) хусусий иссиқлик нурланиши оқими зичлиги  $Q_r$  ва конвектив иссиқлик алмашинуви зичлиги  $Q_c$  йиғиндисига тенг бўлади.

$$Q_s = Q_r + Q_c \quad (86)$$

$$Q_r = \sigma(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)(T^4 - T_0^4) \quad (87)$$

$$Q_c = 2\alpha(T - T_0) \quad (88)$$

$$Q_s = (1 - \eta) \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} (1 - R(\lambda)) \cdot E(\lambda) d\lambda \quad (89)$$

бу ерда  $T_0$  – атроф –муҳит (ҳавонинг ) ҳарорати;  $\varepsilon_1$ -шишанинг нурланиш қобиляти;  $\varepsilon_2$ -ЭВА нинг нурланиш қобиляти;  $\sigma$ -Стефан-Болцман доимийси;  $\alpha$ -иссиқлик бериш коэффиценти;  $\lambda$  - ҚН тўлқин узунлиги;  $R(\lambda)$ -юзанинг аксланиш спектр коэффиценти;  $E(\lambda)$ -ҚН оқим зичлиги.

Иссиқлик узатиш коэффиценти учун ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \gamma}{l} \quad (90)$$

$$Nu = 0,032 \left( v \frac{l}{\nu} \right)^{0,8} \quad (91)$$

бу ерда Nu- Нуссельт критерияси (сони) l-характерли узунлик,  $\gamma$  ва  $\nu$  - иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти ва ҳавонинг кинематик ёпишқоқлиги ; $\nu$ - ҳавонинг ҳаракат тезлиги.

Қуёш нури спектр диапазонида шиша ёруғлик нури ютилмаслиги сабабли, n- шишанинг синдириш кўрсаткичи катталигини, у ҳолда (89) қуйидагича ёзиш мумкин.

$$Q_s = (1 - \eta) \cdot \tau \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E(\lambda) d\lambda \quad (92)$$

Шишада кўп каррала аксланишларни ҳисобга олганда ўтказиш коэффиценти  $\tau$ -ифодаси қуйидаги кўринишга келади.

$$\tau = \frac{2n}{n^2 + 1} \quad (93)$$

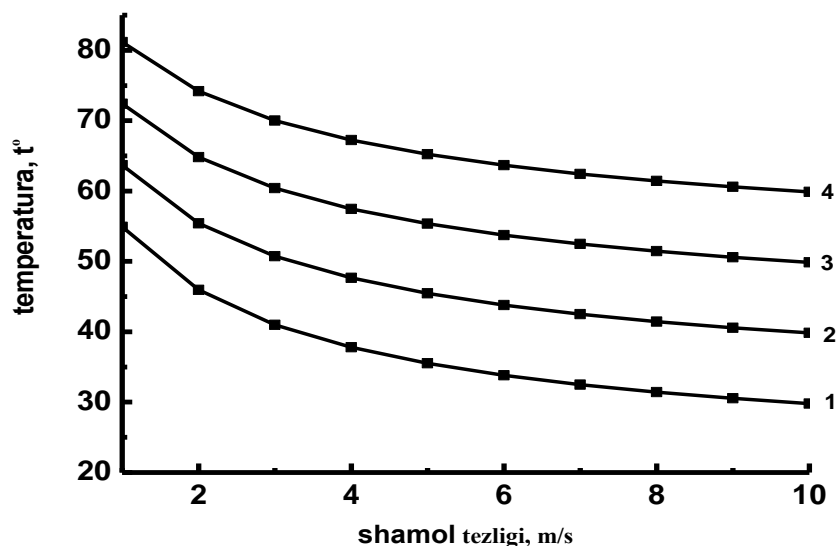
Синдириш кўрсаткичи 1,48-1,53 бўлган шишалар учун ўтказиш коэффицентининг ўртача қиймати  $\tau$ -0.92 га тенг. AM1,5D модели учун  $\lambda_1=0,4$  мкм дан  $\lambda_2=2,55$ мкм гача ораликда интеграл катталиги 961,0 Вт/м<sup>2</sup> га тенг. Агар  $x=T/T_0$  ўлчамсиз ўзгарувчи киритилса, унда (86) ни (87) -(93) гача бўлган ифодаларни ҳисобга олиб қуйидаги тенглама кўринишида ёзиш мумкин:

$$x^4 + \frac{2\alpha}{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)\sigma T_0^3} x - \left( 1 + \frac{Q_s + 2\alpha T_0}{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)\sigma T_0^4} \right) = 0 \quad (94)$$

Бошланғич маълумотлар: шишанинг нурланиш қобиляти  $\varepsilon_1=0,937$ , кремнийда ЭВА пленкасининг нурланиш қобиляти  $\varepsilon_2=0,72$  термордиометр (ТПМ) ёрдамида ўлчанган,  $\gamma, \nu$  қийматлари илмий маълумотномалардан олинди.

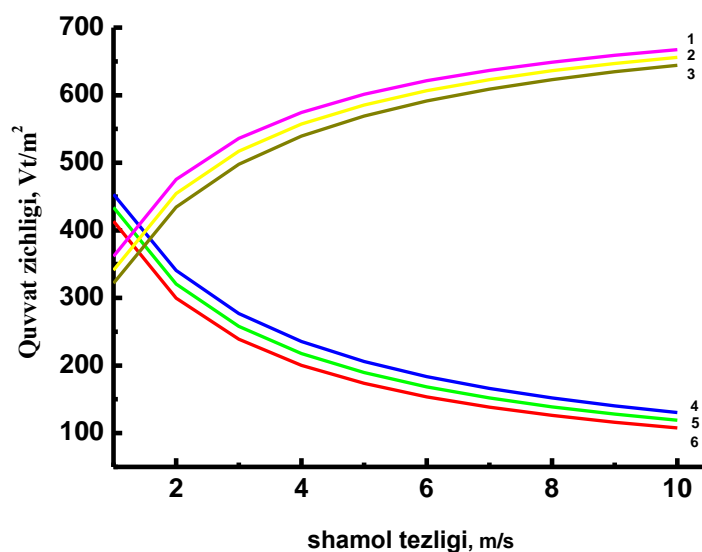
Атроф-муҳитнинг хар хил ҳарорати учун  $\eta=16\%$  ФЭБ ҳисобга олиб (94) тенгламанинг учун ечими 52-расмда келтирилган.





1 - 20 °C; 2 - 30 °C; 3 - 40 °C; 4 - 50 °C;

52-расм. ФЭБнинг ҳарорати ўзгаришининг шамол тезлиги ва атроф –муҳит ҳароратига боғлиқлиги



1, 4 - 30 °C; 2,5 - 40 °C; 3,6 - 50 °C.

53-расм. Хусусий конвектив иссиқлик алмашинуви ўзгариши (1, 2, 3) ва иссиқлик нурланиши (4,5,6) нинг шамол тезлиги ва атроф –муҳит ҳароратига боғлиқлиги.

Агар атроф-муҳит ҳарорати 30°C дан кичик бўлса, ФЭБнинг ҳарорати шамол тезлигига қаттиқ боғлиқ бўлади. Шамол тезлиги 10 м/с га етганда ҳарорат – 40% га камаяди. Бундай ҳолларда Фотоэлектрик иссиқлик қурилмасидан фойдаланиш яхши самара бермайди. Агар атроф-муҳит ҳарорати

30<sup>0</sup>C дан юқори бўлса, шамол тезлиги ортиши билан ФЭБ нинг харорат ўзгариши сезиларсиз (~20%) бўлиб ФЭБнинг самарали ишлаши учун уни совутиш керак бўлади.

53-расмда хусусий иссиқлик нурланиши оқими  $Q_r$  ва конвектив иссиқлик алмашинуви  $Q_c$  нинг шамол тезлиги ва атроф-мухит хароратига боғлиқлиги ҳисоби натижалари келтирилган. Шамол тезлиги 2 м/с дан кам бўлганда ФЭБ ҳам конвектив, ҳам радиацион иссиқлик алмашинуви ҳисобига совутилади. Шамолнинг 2 м/с дан юқори тезлигида конвектив иссиқлик алмашинуви радиацион иссиқлик алмашинувидан устун бўлади. Комбинациялашган гелиотехник қурилмаларни лойиҳалашда унинг конвектив иссиқлик алмашинуви хароратига у фойдаланиладиган ҳудуднинг иқлимий шароитларини ҳисобга олган маъқул.

### Фойдаланилган адабиётлар

1. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015
2. А.К. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.
3. К.Р. Аллаев Электроэнергетика Узбекистана и мира. – Т.: “Фан ва технология”, 2009.-464 с.
4. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.
- 5.Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
6. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
7. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
8. E.B. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini o‘rnatish, sozlash va ishlatish// O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.
9. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
10. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124
11. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученое степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219
- 12.Т.Т.Рискиев, М.Н.Турсунов, Э.Т.Абдуллаев, «Фотоэлектрические станции, интегрированные в действующую сеть электроснабжения», «Энерго- и ресурсо-сбережение», 2015 г., №1-2, с. 187-193 .

13. Патент на промышленный образец № SAP 01413 от 22.04.2015. Фотоэлектрическая установка с принудительным охлаждением. Турсунов М.Н, Собиров Х, Юлдошев И.А, Комолов И.М. Расмий ахборотнома. 29.02.2016. № 2.

14. М.Н. Турсунов., В.Г. Дыскин., Б.М. Турдиев, И.А. Юлдошев. Влияние конвективного теплообмена на температуру солнечной фотоэлектрической батареи // Гелиотехника. 2014. №4. С. 34-37.

15. M. N. Tursunov., V.G. Dyskin., I.A Yuldashev., Kh. Sobirov., Park Jeong Hwoan. A//Applied Solar Energy. 2015. v.51. pp. 163-164.

16. Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга // Ташкент: Фан, 2015. - 336 с.

17. В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов // . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.

18. Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии // Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9

19. Андреев В.М, Грилехес В.А, Румянцев В.А. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.-Наука, 1989.

### **Назорат саволлари**

1. Фотоэлектрик батареяларни тайёрлаш технологияси қандай босқичлардан ташкил топган?

2. Автоном фотоэлектрик станциялар ҳақида нималарни биласиз?

3. Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станциялар иш режими қандай? Резерв фотоэлектрик станциялар нима учун зарур?

4. Қуёш фотоэлектрик станциялари учун таянч конструкцияларни тайёрлаш жараёнларини биласизми?

5. Аморф ва кристалл қуёш фотоэлектрик панелларни фарқли жиҳатларини биласизми?

6. Қуёш фотоэлектрик панеллари яроқлилиқ муддати қандай?

7. Қуёш фотоэлектрик батареялари самарадорлигига атмосфера таркибидаги чангланганлик концентрациясининг таъсири қай даражада деб уйлайсиз?

8. Қуёш фотоэлектрик модули ҳароратига конвектив иссиқлик алмашинувининг таъсири ҳақида фикрингиз?

### **4-Мавзу: Минора ва параболоцилиндрик турдаги Қуёш электр станциялари ва уларнинг энергетик хусусиятлари. Иссиқлик аккумуляторлари.**

#### **Режа:**

1. Минора туридаги Қуёш электр станцияси ва унинг иссиқлик техникавий характеристикалари.

2. Иссиқлик аккумуляторлари
3. Биноларни иситиш учун қуёший иссиқлик таъминот тизимлари

**Таянч сўз ва иборалар:** Термодинамик режим, гелиостатлар, минора, иссиқлик ташувчи, қуёш энергияси, бўғ турбинаси, генератор, иссиқлик аккумулятори, актив ва пассив режим

Минора типигадаги Қуёш электр станциялари (МтҚЭС) технологик цикллари асосидаги ғоя бундан 370 йил олдин таклиф қилинган эди. МтҚЭС амалий ривожланиши XX асрнинг 1965 йилларида бошланиб 1980 йилларида бу тип бошқа турдаги ҚЭС қараганда анча ривожлана бошлади (1- жадвал).

МтҚЭС асосида машхур термодинамик цикл ётади, бунда ИЭС даги органик ёқилғиларни (газ, нефть, кўмир, торф ва бошқ.) ёқиш ҳисобига бўғ қозони ўрнига шунга ўхшаш қозон бўлиб қуёш энергияси иссиқлиги ҳисобига ҳар хил буғсимон ва суюқ иссиқлик ташувчилар ишлатилади (63- расм. а ва б).

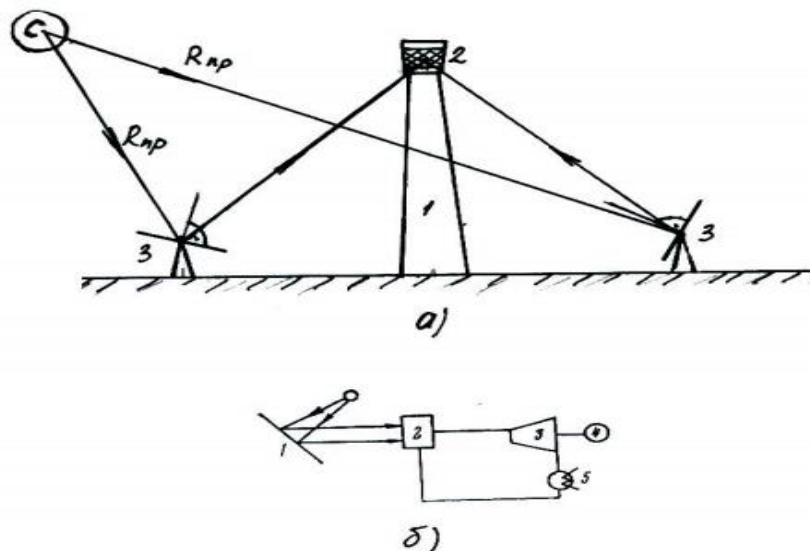
### Дунёда XX аср охирида қурилган МтҚЭС

17-жадвал.

БСЭС	Место расположения	Страна	Пуск в эксплуатацию	N (МВт) электрическая	Теплоноситель
SSPS	Алькерия	Испания	1981 г	0,5	жидкий натрий
EURELIOS	Сицилия	Италия	1981 г	1,0	водяной пар
SUNSHINE	Ню Товн	Япония	1981 г	1,0	-
CESA-1	Алькерия	Испания	1983 г	1,0	-
THEMIS	Targasonne	Франция	1982 г	2-2,5	расплав солей
Solar One	Барстоу	США	1982 г	10	водяной пар
Solar Two	-	-	1999 г	10	жидкий натрий
СЭС-5	Крым	СССР	1986 г	5,0	водяной пар

Қуёш энергиясини қабул қилгич (қозон) Ердан юқори баландликда минорада жойлашади, унга кўплаб автоматик бошқариладиган ойна акслантиргичлар (гелиостатлар) ёрдамида қуёш нурланиши акслантирилади. Бошқача айтганда, Сиракуза шаҳри аҳолисига Архимед қадимий ғояси ёрдами ёдга тушади. Унга кўра Сирақўза портида душман кемалари кўзгуларни акслантириш орқали ёниб кетганлиги айтиб ўтилади.

Қуёш нурланиши зичлаштирилиб бир нуқтага йиғилиб буғ-иссиқлик ташувчи ҳосил бўладиган қозоннинг иссиқлик ютувчи юзасига берилади, сўнгра бўғ тўғридан тўғри иссиқлик алмашингич ёки бўғ турбинасига келиб тушади. Бўғ турбинасининг валига маҳкамланган генератор ротори жойлашиб у маълум частота ва кучланишдаги электр энергиясини ишлаб чиқаради.



**63-расм.** а) МтҚЭС нинг асосий иншоотлари:

1 – минора, 2 – қуёш нурланишини иссиқлик қабул қилгич-қозон; 3 – гелиостатлар;

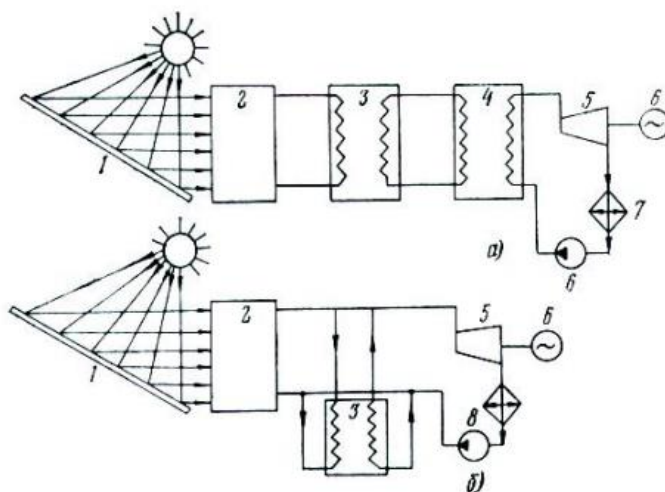
б) қуёш энергиясини электр энергиясига айлантиришнинг принципиал схемаси:

1 – гелиостатлар, 2 – қозон, 3 – турбина, 4 – генератор, 5 – конденсатор

Кўпинча МтҚЭС қуввати кўпсонли гелиостатлардан йиғилган қуёш энергияси қозон-қабул қилгич жойлашган миноранинг баландлиги орқали аниқланади. Бу ҳолатда миноранинг юқори баландлиги гелиостатларнинг бир бирига соя бериш хавфини олдини олади. Масалан, қуввати 50÷100 МВт бўлган МтҚЭС да миноранинг баландлиги 200÷300м, фойдаланиладиган гелиостатларнинг майдони 2÷3 км<sup>2</sup> (15÷25 мингга) бўлиши зарур. 150÷200 МВт қувватдаги МтҚЭС учун 350÷400 м баландликдаги минора керак бўлади, лекин амалиётда бундай станцияларни қуриш жуда қийин ҳисобланади. Шунга асосланиб айтиш мумкинки, қурилган МтҚЭС қуввати 5,0÷10,0 МВт ва минорасининг баландлиги 70÷100 м билан чеклангандир. МтҚЭС учун асосан кўпсонли гелиостатларни ўрнатиш учун қиммат ер майдонларининг чиқими ҳисобланади.

1981 йилдан Сицилия оролида (Италия) қуввати 1 МВт, минорасининг баландлиги 50 м бўлган БСЭС EURELIOS минорали қуёш электр станцияси ишлай бошлаган. Унинг иссиқлик қабул қилгичида ҳарорати 600<sup>0</sup>С бўлган сув буғи ҳосил қилиниб, тўғри аънавий бўғ турбинасида фойдаланилади. Шунингдек Испаниянинг жануби Алькерияда 1981 йилдан қуввати 0,5 МВт ҚЭС ишлаб келади, унда дастлабки иссиқлик ташувчи сифатида суюқ натрий бўлиб у иссиқлик алмашингич орқали ўз иссиқлигини сув бўғига беради. Натрийли иссиқлик ташувчи бир вақтнинг ўзида вақт бўйича иссиқлик аккумулятори ҳисобланади. Шунга ўхшаш ҚЭС да қуёш нурланишининг тасодикий ва цикл характерини ҳисобга олиб энерготизимда қўшимча қувват

манбаи бўлибдефицит бўлган органик ёқилғиларни иқтисод қилиш имконини беради. Бу каби ҚЭС иш самарадорлигини ошириш учун уларнинг технологик схемаларига энергия йиғувчиларни қўшиш мумкин, бу сутканинг ёруғ қуёш шуълаланиши вақтида тушадиган қуёш энергиясининг вақт бўйича қайта тақсимланишига ёрдам беради. Юқоридагиларни 64-расм ифодалайди, а ва б ҳолатларда иккита энг кўп ишлаб чиқилган иссиқлик аккумуляторига эга МтҚЭС тасвирланган. 64-расмда а) МтҚЭС да қуёш нурланишини айлангиришнинг умумий технологик занжирига иссиқлик аккумулятори кетмакет уланган. Б). Иссиқлик аккумуляторига ҚЭС минорасида қизиган ишчи жисмнинг фақат бир қисми ажратилади.



64-расм. Аккумуляторли минора типидagi қуёш электр станциясининг технологик схемаси:

1 – гелиостатлар, 2 – қабул қилгич (қозон), 3 – иссиқлик аккумулятори, 4 – иссиқлик алмашингич, 5 – буғ турбинаси, 6 – генератор, 7 – конденсатор, 8 – насос

Минора типидagi ҚЭС фойдали иссиқлик қуввати  $N_{ҚЭС}$  қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$N_{ҚЭС}(t) = R_{\Sigma}(t)F_{Г}r_{Г} \sin \theta K_{зат.} K_{бл.} K_{ТП} K_{зап} r_k \quad (102)$$

бу ерда  $N_{ҚЭС}(t)$ , кВт;  $R_{\Sigma}(t)$ -1 м<sup>2</sup> юзага эга тўғри келган қуёш радиацияси (кВт/м<sup>2</sup> да);  $F_{Г}$ -гелиостатларнинг майдони (м<sup>2</sup>);  $r_{Г}$ -гелиостатларнинг акслантириш қобилияти (0,75);  $\sin \theta$ -0.75-0.8-гелиостатларга қуёш нурланишининг реал тушиш бурчаги;  $K_{зат.}$ -гелиостатларда соя ҳосил бўлиш коэффициенти;  $K_{бл.}$ -гелиостатларни блокировкалаш коэффициенти

(одатда  $K_{\text{зат.Кбл.}} - 1$ );  $K_{\text{ТП}}$ -иссиқлик йуқотиш коэффициенти 0.85;  $K_{\text{зап-чангланиш}}$  коэффициенти 0.95;  $r_k$ -қозон иссиқлик қабул қилгичи томонидан қуёш нурланишини ютиш коэффициенти  $0,93 \div 0,95$ .

$\eta_{\text{ҚЭС}}^{\text{терм.}}$  да ҳамма энергия йуқотиш турларини ҳисобга олиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$N_{\text{ҚЭС}}(t) = R_{\Sigma}(t) F_{\Gamma} \eta_{\text{ҚЭС}}^{\text{терм.}} \quad (103)$$

бу ерда  $\eta_{\text{ҚЭС}}^{\text{терм.}}$  - Минора типидagi ҚЭС умумий ФИК.

1985 йилда собиқ СССР нинг Қрим области Щелкино поселкаси Керченский яриморолида биринчи тажрибавий электрик қуввати 5 МВт бўлган МтҚЭС “СЭС-5” ишга туширилди. Буғ генератори сифатида хизмат қилувчи 89м баландликдаги очик цилиндр кўринишидаги минорага қуёш энергияси концентрацияланади. Қозоннинг қиздириш юзаси  $154 \text{ м}^2$  бўлиб у соатига 28 т тўйинган бўғни 4 МПа босим ва  $250^{\circ}\text{C}$  ҳароратда ишлаб чиқаради. Қуёш нурланишининг иссиқлик оқим зичлиги  $130 \text{ кВт/м}^2$  бўлиб 1600 та ясси шиша квадрат кўринишидаги майдони  $25,5 \text{ м}^2$ , акслантириш коэффициенти 0,71 га тенг гелистатлар томонидан амалга оширилади. Бу минора типидagi ҚЭС нинг режали соати - йилига 1920 соатдир. Гелиостатлар умумий майдонининг қозон юзасига нисбати 211 ни ташкил этади. СЭС-5 да  $500 \text{ м}^3$  сифимга эга сув –буғ иссиқлик аккумуляторини ўрнатиш лойиҳаланди.

### Қуёш ҳовузлари ва уларнинг энергетик хусусиятлари

Ичимлик суви одатдаги сув омборларида ютилаётган қуёш энергияси асосан юқори қатламни илитади ва бу ичимлик айниқса тунги соатларда, ҳаво бузилганда, сувнинг буғланиши оқибатида, атроф ҳаво ҳароратини ўзгаришида тез йўқолади. Туз эритмали NaCl ош тузи ёки магний хлор  $\text{MgCl}_2$  таркибли сув омборларида қуёш энергияси ютиш механизми мутлақо бошқача содир бўлади. Бундай ҳолда сувнинг тузлик даражасига қараб у қатламларга бўлинади ва туз таркибини юқоридан пастга йўналган ҳарорат гридиенти бутун сууюқлик ҳажмини уч зонага бўлади, улардаги туз таркиби юзадан тубга қараб ортиб боради. Дастлабки юпқа юқори қатлам (10-20 мм) деярли ичимлик сув бўлиб, катта қалинликдаги суқликнинг ноконвектли иккинчи қатлами билан чегараланади, ундаги туз таркиби чуқурлик бўйлаб аста-секин ортиб ортади ва кучли даражада NaCl учун 15-25% ва  $\text{MgCl}_2$  учун 30% гача энг юқори даражага етади. Бу қатлам қалинлиги сув омбор умумий чуқурлигининг  $2/3$  қисмини ташкил қилади. Учунчи, қуйи конвектли қатламда туз таркиби энг юқори даражада бориб, сууюқлик қисмида тенг тақсимланган. Қўл чуқурлиги бўйлаб

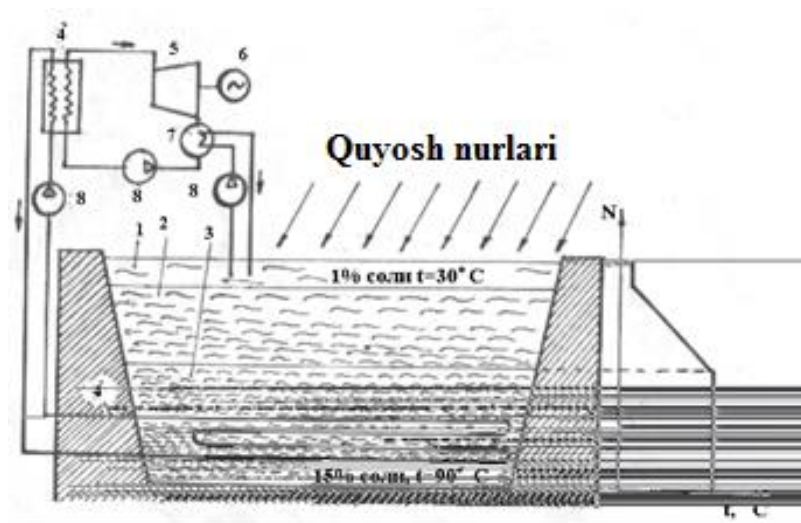
туз эритмаси таркиби градиенти суёқликнинг илиган қатламнинг тубдан юзага қараб бемалол – конвектив ўтишига босим беради, шу тариқа иссиқликнинг тубга яқин жойда тўпланганини таъминлайди.

Сувнинг тузли қуйи қатламлари ўта зичлиги қуёш энергиясининг яхши ютилишига имкон беради, буни оқибатида қуйи қатламлар юзадагига қараганда купроқ исийди.

Шу сабаб айрим табиий тузли кўлларда тубдан сув ҳарорати  $70^{\circ}\text{C}$  гача кўтарилади. Бу туз таркибининг юқори даражадалигидан дарак беради.

Қуёш энергияси бутун сув орқали ўтган ва қора бўёқли тубга ютилган ҳолларда эса сувни тубга яқин жойлари  $90-100^{\circ}\text{C}$  гача исийди, бу вақтда қатлам юза ҳарорати  $20^{\circ}\text{C}$  да қолаверади.

Қуёш сунъий кўли (сув омбори) кесими энергиядан фойдаланиш таъминоти ва суёқликнинг кўл баландлиги бўйича ҳарорати ўзгариши 65-расмда кўрсатилган.



65-расм. Қуёш сунъий кўли (сув омбори) кесими энергиядан фойдаланиш таъминоти ва суёқликнинг кўл баландлиги бўйича ҳарорати ўзгариши.

1- чучук сув; 2- кимояловчи қатлам; 3- иссиқ аралашма қатлами; 4- иссиқ алмаштиргич; 5- турбина; 6- генератор; 7- конденсатор; 8- насос.

Олинадиган термал градиент энергиясидан фойдаланиш таъминоти оддий кўл пастки қатламларидаги  $60-90^{\circ}\text{C}$  ҳароратли сув 4 иссиқлик алмашувхонасига насосда ва паст ҳароратда қайнайдиган фреон, аммиак каби суёқликларни буғлантиришда фойдаланилади.

Бу суёқлик буғлари биланодатдаги буғ турбинлаш кесим бўйича турбогенератор ҳаракатга келтиради. Суёқликнинг ишлатилиш буғлари сувнинг анча совуқ юзаси билан совутилади, конденсация қилинади ва яна олдингидан фойдаланилади.

Катта миқдорда ишлатилган сувли қуёш сунъий кўллари яхшилигича иссиқлик манбаи ҳисобланади, бу иссиқлик тўплаш мосламасини нисбатан осон ҳал қилишга имкон беради. Масалан, 2 м чуқурликка эга кўл изоляция тўхтаб



қолганда электр генераторнинг бир ҳафтагача узлуксиз ишлашини таъминлайди. Тегишли чуқурликдаги кўллар ясалаётганда ҳатто иссиқлик тўпламларини мавсумий қилиниши таъминласа бўлади. Қуёш кўллари асосида олинган электр энергияси нисбатан арзон ва 1 кВт.с учун 0,1 долларни ташкил этади. Қуёш кўллари бўлган ҚТЭМ самарадорлиги бир неча фоиздан иборат. Кўл майдонининг бир гектаридан 200-300 кВт гача электр энергияси олиш мумкин.

Қуёш кўллари бўлган ҚТЭМ қатор мамлакатларда бор: Исроилда 300 кВт ва 5 МВт қувватлиси, АҚШда 5 МВт қувватлиси. Австралия, Ҳиндистон, Италия, Япония, Мисрда уларни барпо этиш ва фойдаланиш бўйича самарали изланишлар олиб борилмоқда. Ўзбекистонда ҳам бу борада яхши ишлар қилинмоқда, бу ерда Қорақалпоғистоннинг Оролбўйи зонасида катта миқдорда юзага келган табиий тузли кўллардан фойдаланилмоқда.

## 6.2. ИССИҚЛИК АККУМУЛЯТОРЛАРИ

Гелиотизимларда иссиқликни аккумуляция қилиш зарурияти йил давомида суткалик вақтда қуёш энергияси оқимининг ўзгаришига асосланган. Аккумулятордаги энергия захираси қисқа муддатли аккумуляция жараёнларида суткага ёки бир қанча соатга, мавсумий аккумуляцияда бир қанча ойларга ҳисобланган бўлади. Умуман олганда, иссиқлик аккумуляторларининг қўлланилиши гелиотизимларнинг самарадорлигини ва иссиқлик таъминотининг ишончлилигини оширади.

Паст ҳароратли иссиқликни аккумуляция қилиш тизимлари 30 дан 100°C гача бўлган ҳарорат диапазонини камраб олади ва ҳаво (30°C) ва сув иситиш тизимида (30–90°C), шунингдек иссиқ сув таъминотида (45–60°C) фойдаланилади.

Қоидага мувофиқ, иссиқликни аккумуляция қилиш тизими қўйидагидан иборат:

- Резервуар;
- Иссиқлик энергиясини сақлаш ва йиғишни амалга ошириш учун иссиқлик аккумуляцияловчи материал;
- Аккумуляторни заряд –разряд қилишда иссиқликни келтириш ва узатиш учун иссиқлик алмашинувчи қурилма;
- Иссиқлик изоляцияси.

Иссиқлик аккумуляция қилувчи материалда (ИАМ) кечадиган физик-кимёвий жараёнлар хараактерига кўра аккумуляторларни қўйидагича синфларга ажратиш мумкин:

- Сифимли турдаги аккумуляторлар, яъни уларнинг агрегат ҳолатини ўзгартирмасдан қиздириладиган (совутиладиган) аккумуляцияловчи материалнинг иссиқлик сифимидан фойдаланилади (табиий тош, галька, сув, тузларнинг сувдаги эритмалари ва бошқалар);

- Фазовий ўтиш ҳолатига эга моддалардан иборат аккумуляторлар, буларда модданинг эриш (қотиш) иссиқлигидан фойдаланилади;

• Қайтар кимёвий ва фотокимёвий реакцияларда иссиқликнинг ютилиши ва ажралишига асосланган энергия аккумуляторлари.

Биринчи гуруҳ аккумуляторларида қуёш энергияси ҳисобига иссиқлик алмашингич орқали иссиқлик аккумуляцияловчи материални совуш ёки қизиш жараёнлари бир вақтда ёки кетма-кет содир бўлади. Бу усулдаги иссиқликни аккумуляциялаш жараёни кенг тарқалган. Бу турдаги аккумуляторларнинг камчилиги шундан иборатки, улар катта массага эга, бунинг оқибатида катта жойнинг талаб қилиниши, 1 гЖ аккумуляцияланган иссиқлиги ҳисобида эса қурилиш ҳажмидаги майдон ҳам керак бўлади. Ҳар хил иссиқликни аккумуляция қилувчи материалларнинг қиёсий жадвали келтириб ўтилган.

18-жадвал

Сравнение некоторых теплоаккумулирующих материалов

Характеристика ТАМ	Гранит, галька	Вода	Глауберова соль (декагидрат сульфата натрия)		Парафин
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600	1000	1460 <sup>Ж</sup>	1330 <sup>Ж</sup>	786 <sup>Т</sup>
Теплоемкость, кДж/(кг•К)	0,84	4,2	1,92 <sup>Т</sup>	3,26 <sup>Ж</sup>	2,89 <sup>Т</sup>
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м•К)	0,45	0,6	1,85 <sup>Т</sup>	1,714 <sup>Ж</sup>	0,498 <sup>Т</sup>
Масса ТАМ для аккумуляирования 1 ГДж теплоты при ΔТ=20 К, кг	59 500	11 900	3300		3750
Относительная масса ТАМ по отношению к массе воды, кг/кг	5	1	0,28		0,32
Объем ТАМ для аккумуляирования 1 ГДж теплоты при ΔТ=20 К, м <sup>3</sup>	49,6 <sup>Ж</sup>	11,9	2,26		4,77
Относительный объем ТАМ по отношению к объему воды, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	4,2	1	0,19		0,4

Изоҳ:

1. Даражаларнинг белгиланиши қўйидагича:

т— қаттиқ ҳолат; ж— суюқ ҳолат; — бўшлиқ ҳажмини назарда тутган ҳолда — 25%.

2. Эриш иссиқлиги ва ҳарорати: парафин— 47°С ва 209 кЖ/кг; глауберова тузи— 32°С ва 251 кЖ/кг.

### Сигим турдаги аккумуляторлар

Бу иссиқлик энергиясини аккумуляция қилиш учун энг кенг тарқалган қурилма ҳисобланади. Иссиқликни аккумуляция қилиш қобилияти ёки иссиқлик микдори (кЖ), сигим туридаги иссиқлик аккумуляторларида қўйидаги ифодадан аниқланади:

$$Q = m \cdot C_p (T_2 - T_1) \quad (104)$$

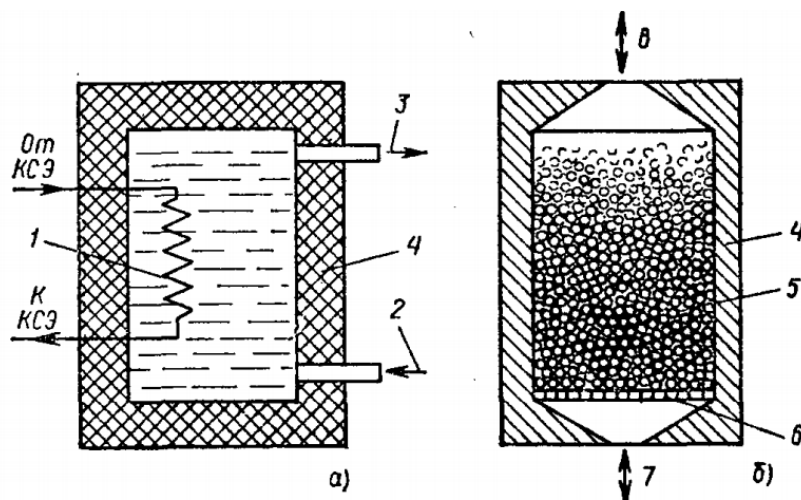
бу ерда:  $m$  — иссиқликни аккумуляцияловчи модданинг массаси, кг;  $C_p$  — модданинг солиштирма изобар иссиқлик сигими, кЖ/(кг•К);  $T_2$  ва  $T_1$  —

иссиқлик аккумуляция қилувчи модданинг бошланғич ва охири ҳароратлари ўртача қиймати, °С.

Суюқ қуёшли тизимларнинг иссиқлик таъминотида энг самарали иссиқлик аккумуляцияловчи материал бўлиб сув хизмат қилади. Мавсумий вақтлар учун иссиқликни аккумуляция қилиш, асосан ер ости ҳовузларидан, грунтлардан, тоғ жинсларидан ва бошқа табиий ҳосил бўлган жинслардан фойдаланиш истиқболли саналади. Йирик масштабли тизимларда 100000 м<sup>3</sup> сув сифимиغا эга темирбетонли ва пўлат резервуарларда маълум иссиқлик сифимиغا эга иссиқ сув 85-95°С ҳароратда 8000 ГЖ иссиқлик энергиясини сақлаб туриши мумкин. Уларнинг эксплуатацияси жуда содда бўлсада, қуриш вақтида капитал қўйиш суммаси юқоридир.

Уларни иссиқлик насослари билан биргаликда фойдаланиш мақсадга мувофиқ саналади, чунки бунинг натижасида уларнинг иссиқлик аккумуляция қилиш қобилияти резервуарда сувни 5°С гача совутиш ҳисобига 2 баробар ошиши мумкин.

Мавсумий равишда иссиқликни аккумуляция қилишнинг ижобий тажрибаси Швецияда<sup>1</sup> тўпланган бўлиб, у ерда бутун поселкаларни иссиқлик таъминотида йирик гелиоиссиқликнасосли тизимлардан фойдаланилади. Аммо, индивидуал фойдаланиш учун ўта қизиқиш иситиш ва иссиқ сув таъминотида катта бўлмаган қуёш қурилмалари учун иссиқлик аккумуляторлари ҳисобланади.



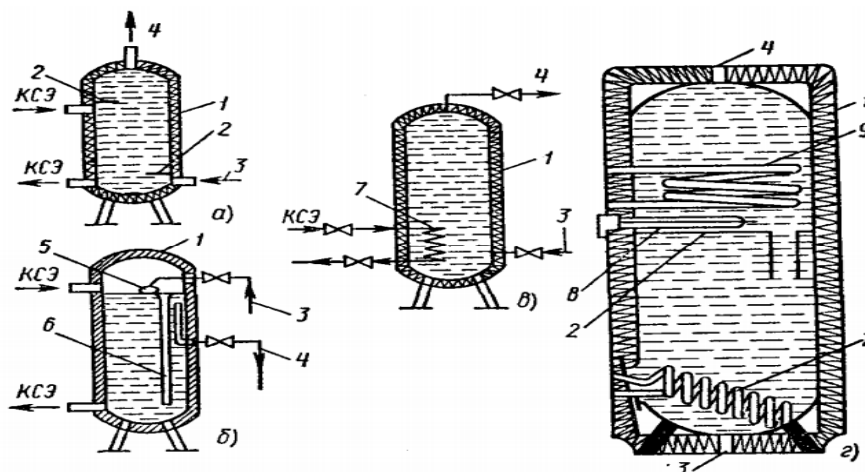
65-расм. Сифим туридаги иссиқлик аккумуляторлари — сувли (а) ва майда гранит тошли (б):

1 — иссиқлик алмашингич; 2 — совуқ сув; 3 — иссиқ сув; 4 — иссиқлик изоляцияланган бак (бункер); 5 — майда гранит тошлар қатлами; 6 — панжара; 7, 8 — ҳаво келтириш ва узатиш.

66-расмда табиий ва мажбурий циркуляцияли сув иситиш қурилмаларида қўлланиладиган 200-500 л сифимли аккумуляторларнинг бакларини

<sup>1</sup> Қуёш энергетикасига нисбатан жиддий муносабатга мисол сифатида Швециянинг қонуний нормаларини мисол келтириш мумкин.

конструктив тайёр намуналари кўрсатилган. Бакнинг иссиқлик йўқотишлари қалинлиги 50 мм кам бўлмаган стекловата иссиқлик изоляция сифатида қоплаш натижасида камайтирилмоқда. Сув ўтказувчи қувур билан контактда бўлган бакнинг ички юзаси каррозиядан ҳимояланган бўлиши зарур. Бунинг учун бак зангламайдиган пўлатдан тайёрланиши, эмал қопламага эга бўлиши ёки магнийдан анод, ёки ташқи электр манбаидан ҳимояланиш мақсадида анод ҳимояга эга бўлиши зарур. Бақда иситиш тизимига иссиқлик узатиш учун иссиқлик алмашингич (66-расм, г), электр иситгичдан иссиқлик ҳайдаш учун икки контурли тизимда иссиқлик алмашингич (66-расм, в,г), бак қуйи қисми учун қувур, совуқ сувни ҳайдаш учун сузгич клапан (66- расм, б), горизонтал **перегородка** (66-расм, а ва г) кўзда тутилган бўлиши зарур. Перегородка бакнинг ички қисмини сувнинг баландлиги бўйича ҳар хил даражага эга секцияга бўлади, бунда бакнинг юқори қисмида пастки қисмига қараганда ҳарорат юқори бўлади. Бу иссиқликнинг аккумуляция қилишнинг самарадорлигини оширади. КСЭ да а ва б схемаларда иссиқлик ташувчи сифатида сув хизмат қилади, а, в схемаларда ва в, г схемаларда антифриз, шунинг учун иссиқликни антифриздан сувга узатиш учун иссиқлик алмашингич ишлатилади.



66-расм. Иссиқ сув аккумуляторлари - баклар

а— Ички перегородкали пастдан совуқ сувни ҳайдаш баки; б— Совуқ сувни ҳайдаш учун поплавоквий клапанли бак; в— Иссиқлик алмашингич орқали КСЭ дан иссиқликни ҳайдовчи бак; г— электр иситгичли секцияларга бўлинган бак;

1 — иссиқлик изоляцияли бак; 2 — **перегородка**; 3 — совуқ сувни ҳайдаш; 4 — иссиқ сувни узатиш; 5 — сузувчан клапан; 6 — **опускная труба**; 7 — иссиқлик алмашингич; 8 — электр иситгич; 9 — иссиқлик алмашингич.

Иссиқлик таъминоти қуёш ҳаво тизимларида заррачаларнинг зич қатламидан иборат насадка кўринишидаги 20-50 мм ўлчамга эга галькалардан ташкил топган доиравий ёки тўғри тўртбурчак кесимидаги сиғимли галькали иссиқлик аккумуляторлари қўлланилади. Бу турдаги аккумуляторлар бир қанча афзалликларга эгадир, сувли аккумуляторлар билан таққослаганда улар катта ҳажми эгаллайди. Галькали аккумуляторлар вертикал ёки горизонтал жойлашиши мумкин. Кундуз куни қуёш коллекторидан чиқаётган иссиқ ҳаво аккумуляторда ўз иссиқлигини галькага беради ва шундай қилиб аккумулятор зарядкаси амалга оширилади. Тунда ёки булутли об-ҳавода аккумулятор разрядланиб ҳаво оқими тескари йўналишда ҳаракатланиб иссиқликни истеъмолчига олиб кетади. Аммо, бир хил энергия сиғимида галькали иссиқлик аккумуляторининг ҳажми сувли бак аккумуляторининг ҳажмидан 3 марта катта бўлади.

### **Фазовий иссиқлик ўтиш аккумуляторлари**

Фазовий иссиқлик ўтиш аккумуляторининг асосий афзаллиги шундаки, улар юқори солиштирма энергия зичлигига эгадирлар, шу сабаб сиғим аккумуляторлари билан қиёслаганда аккумуляторнинг массаси ва ҳажми камаяди. Иссиқлик таъминотида паст ҳароратли қуёш тизимлари учун фазовий иссиқлик ўтиш аккумуляторларида қуйидаги органик моддалар яроқлидир (парафин ва баъзи ёғли кислоталар) ва ноорганик тузлар кристаллгидратлари, масалан  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  гексогидрат хлорли кальций ёки 29 ва 32<sup>0</sup>С да алангаланувчи глаубер тузи  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Кристалли гидратлардан фойдаланилганда, аралашмаларга ажралиши ёки уларнинг қайтадан совуши ишчи циклларининг сонининг камайиши ва барқарор бўлмаган моддалар ҳосил бўлишига олиб келади. Бу камчиликларни бартараф этиш учун иссиқлик аккумуляция материалига махсус модда қўшилади, бу аралашманинг бир хил даражада кристалланишини таъминлашга ва материалдан узоқ фойдаланиш жараёнида эриш-қотиш кўп қиррали цикларида ёрдам беради. Самарали иссиқлик алмашинувини ташкил этиш учун иссиқлик аккумуляцион материал билан қопланган оребрэн юзага эга капсулалардан, шунингдек иссиқлик ўтказувчи матрицалардан (ячейкали структуралардан) фойдаланилади. Органик моддалардан биринчи навбатда, жуда кичик иссиқлик ўтказиш коэффициентига эга  $[0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})]$  фойдаланиланиш зарур.

### **6.3. Биноларни иситиш учун қуёший иссиқлик таъминот тизимлари**

Бизнинг шимолий кенгликларда биноларнинг иссиқлик таъминоти (иситиш) учун ҳамма истеъмол қилаётган ёқилғи энергетик ресурсларининг анчагина қисми сарфланади. Бу мақсадда қуёш энергиясидан фойдаланиш кўп

миқдорда энергияни иқтисод қилиш имконини беради. Биноларнинг қуёший иссиқлик таъминотида актив ва пассив тизимлар фарқланади.

Актив тизимларнинг характерли фарқли жиҳатлари шундаки, уларда қуёш энергияси коллектори, иссиқлик аккумуляторлари, қўшимча энергия манбалари, қувур ўтказгичлар, иссиқлик алмашингичлар, насослар ёки вентиляторлар ва автоматик бошқариш ва назорат қурилмаларидан иборат бўлади. Пассив тизимларда қуёш коллектори ва иссиқлик аккумуляторлари функцияси одатда тўсувчи бино конструкция вазифасини бажариб иссиқлик ташувчининг (ҳаво) ҳаракати вентилятордан фойдаланилмасдан табиий конвекция ҳисобига амалга оширилади. Бино конструкциясининг ишланмасини яратиш вақтида иссиқлик энергиясининг камайишига қўйиладиган талаблар ҳисобга олинади, шунда самарали гелиотизимдан иборат иссиқлик таъминоти яхши ишлайди. Бу айниқса энергия самарали ёки (ташқи изоляция қилинган) уйларда, яхши иссиқлик изоляцияга эга деворлар, потолок, пол ва ташқи тўсиқлар максимал герметик конструкцияга эга уйларда эришиш мумкин. Бундай уйларда деворларнинг иссиқлик йўқотиш коэффициенти жами бўлиб  $0.15 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  ташкил этади ва ташқи ҳавонинг бинога кириши камайтиради.

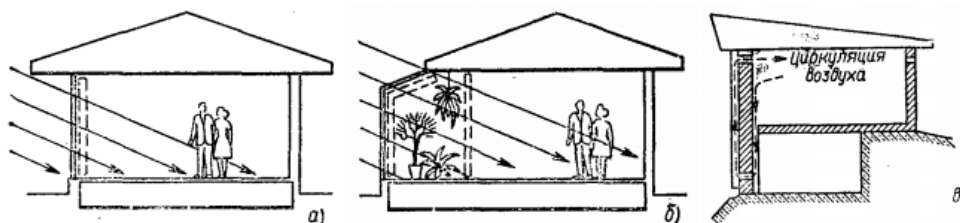
Эътиборни қаратиш керакки, бошқа жиҳатларидан бири, масалан, 2 та шиша орасида жойлашган полимер пленкалар ёки шишага махсус қопланган юқори самарали қопламага эга деразалардан фойдаланиш мақсадга муфовиқдир. Шунингдек қуёш энергиясига нисбатан юқори ўтказиш қобилятини таъминловчи қопламалар ва иссиқлик нурланиши учун паст нурлантириш қобилятига эга қопламалардан фойдаланиш зарур. Бундай ромларни қўллаганда ички юзадаги ҳарорат кўтарилади, шу туфайли шишада сув буғларининг конденсацияси камаяди ва қулайлик ҳисси ортади. Иккита шиша қопламаси оралиғида вакуумга эга герметик ром, яъни махсус деразанинг қўлланилиши иссиқлик йўқотилишини камайтиради ва бир вақтда кираётган шовқин даражасини камайтиради. Шундай қилиб, қуёш энергиясидан самарали фойдаланишда, айниқса совуқ иқлим шароитларида энергияни сақлашнинг юқори даражаси таъминланиши зарур. Бунда гелиотизимнинг қуввати ва қўшимча энергия манбалари, шунингдек уларнинг ўлчамлари ва нархи минимал бўлиши зарур.

### **Биноларни иситишнинг пассив гелиотизимлари**

Биноларни иситиш учун қуйидаги пассив гелиотизимлар қўлланилади:

- Бинонинг жанубий фасадидаги катта майдондаги шиша юза орқали қуёш нурланишини тўғридан тўғри тутиш орқали (67-расм, а) ёки қуёш иссиқхонаси биносининг жанубий деворига сингиб кириш(қишги боғ, оранжерия) орқали (67- расм, б);

- Жанубий фасад шиша қатлами оралиғида иссиқлик аккумуляция деворидан иборат, яъни қуёш нурланишини ҳар хил тутиш орқали( 67-расм, в)
  - Галькали иссиқлик аккумулятори ва конвектив ҳаво циркуляцияли контур билан;



67-расм. Биноларни иситишнинг пасив гелиотизим турлари

- а). Қуёш нурланишини тўғридан тўғри тутиш орқали; б)махсус қурилган иссиқхонада; в).иссиқлик аккумуляцига эга девор орқали.

Бундай тизимдаги уй 68- расм, а кўрсатилган. Бундан ташқари пасив ва актив гелиотизимлар элементларини бириктирувчи гибрид тизимлардан ҳам фойдаланилади.

Иситиш учун қуёш энергиясидан самарали фойдаланишни таъминлашда пасив тизимлар бинонинг бир қисмини ташкил этиб лойиҳаланиши зарур. Қуёш нурланишини тутиш учун жанубий фасад шиша юзаси ва ром билан бир қаторда томда шиша проём ва бинонинг юқори қисмидаги қўшимча ойна инсон учун қулайлик даражасини кўтариб, юзга тўғридан тўғри қуёш нурланиши тушишидан асрайди. Пасив гелиотизимларнинг самарали ишлашининг муҳим шартларидан бири қиш ойларида қуёш нурланишини тутиш ва максимал тушиши учун бино ориентацияси ва жойни тўғри танлашдан иборат.

Пасив тизимлар жуда оддийдир, лекин уларнинг самарали ишлаши учун ёруғ шаффоф юзаларнинг иссиқлик изоляциясини ҳолатини бошқарувчи қурилма, шторлар, иссиқлик аккумуляцияловчи деворда ҳаво циркуляцияси учун тешикларда заслонкалар керак бўлади. Қуйидаги шартларга тўлиқ риоя қилинганда қуёш энергиясини тўлиқ тутиш самарали амалга оширилиши мумкин:

1. Уйнинг оптимал жойлашуви — шарқ ўқи бўйлаб— ғарб ёки бу ўқдан  $30^\circ$  гача оғиш орқали;
2. Уйнинг жанубий томонида камида 50–70% ром, шимолий томонида эса 10% дан кўп бўлмаган ромга эга, жанубий ромлар минимум 2 қатламли шишадан, шимолий ойналар эса камида 3 қатламли бўлиши зарур;

3. Бино яхши иссиқлик изоляциясига ва ташқи ҳавонинг фильтрацияси натижасида кам иссиқлик йўқотилишига эга бўлиши зарур;

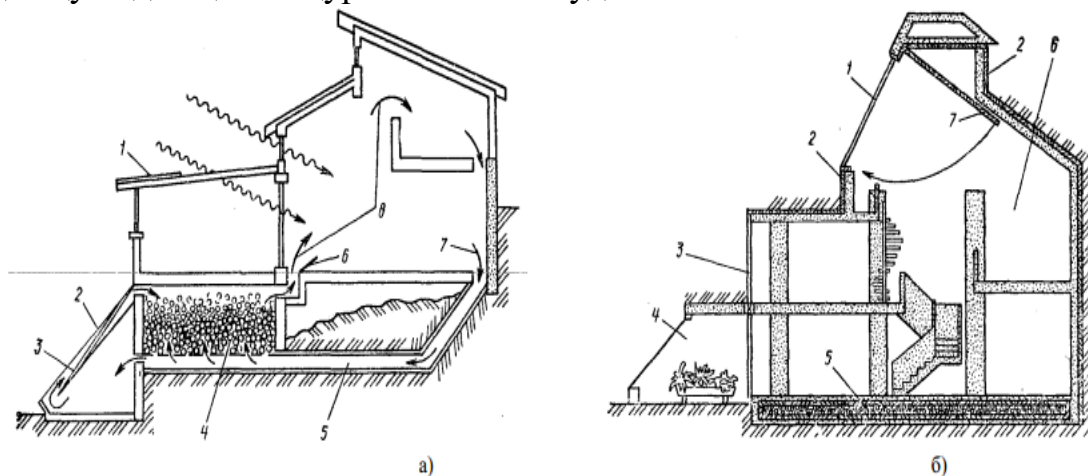
4. Бинонинг ички лойиҳаси яшаш хоналарини жануб томондан ва қўшимча хоналарни шимолдан жойлашишини таъминлаши зарур.

5. Қуёш энергияси иссиқлигини аккумуляциялаш ва ютилиши учун пол ва ички деворларнинг иссиқликни аккумуляция қилиш қобилияти етарли даражада бўлиши зарур.

6. Биноларнинг ўта қизиқ кетишини олдини олиш учун ромлар устида навеслар, козыркалар бўлиши керак. Бундай тизимнинг ФИК 25-30% ни ташкил этади, айниқса қулай иқлим шароитларида бу кўрсаткич юқори, яъни 60% га етиши мумкин. Бу тизимнинг камчилиги шундаки, бинонинг ичида ҳаво ҳароратининг юқори суткалик тебраниши бўлиб туради. Қайта қуриладиган бинолар учун (иқтисодий нуқтаи назардан) қуёш энергиясини тўғридан тўғри тутишда пассив тизимлар энг фойдали ҳисобланади. Пассив тизимлар худди бино каби яроқлилик муддатига эга, паст эксплуатацион чиқимларга эга. Бу тизимларда иссиқликни олиш билан бир қаторда кун давомидаги самарали ёритишни таъминлайди, шу туфайли электр энергия истеъмоли камаёди. Уйнинг жанубий фасади шиша майдони ҳисога олинishi зарур, чунки у қуёш энергияси улушидан олинadиган иссиқлик нагрузкасини қоплаш ва куннинг узок қисмида қуёш нурлари уларга узок тушиб туриши учун иссиқлик аккумуляция элементлари (иссиқлик массаси) қулай жойда жойлаштирилиши зарур. Қуёш нурлари уларга тўғри тушиши ва ҳар доим одамлар бўладиган биноларда ҳаддан зиёд ўта қизиқ кетишга йул қўймаслик керак. Пассив тизимларга қўйилadиган муҳим талаблар шундан иборатки, биноларда ҳарорат режимини бошқариш ва иссиқлик комфортини таъминлашдир. Пассив тизимга эга биноларда қуёш энергиясидан фойдаланилганда оддий бинолар билан қиёслаганда камфорт паст ҳаво ҳароратларида таъминланади, шунингдек ҳамма ва қўпчилик ички биноларнинг ҳарорати ҳаво ҳароратидан юқори ва улар инсонларга иссиқлик нурлантиради, натижада камфорт ҳис қилиш ортади. Аммо, қуёш энергиясини тўғри тутишда пассив тизимлардан фойдаланилганда иссиқлик аккумуляция элементларида юқори иссиқлик инерцияси туфайли биноларда ҳаво ҳароратини бошқариш қийин кечади. Биноларнинг ҳарорат режимларини лойиҳалашда ҳар бир элементларнинг жойлашуви ва массани оптималлаштириш, шунингдек навеслар ва козыркалардан фойдаланиш, тунги вақтларда ёруғ шаффоф юзалардан, ҳавонинг кириши ва чиқишини, ромларнинг очилиш ва ёпилишини, фарточка ва фрамугларни ташкиллаштириш учун автоматик бошқариладиган заслонкалар бўлиши зарур. Бундай тизимларда уйнинг жанубий томонида деворларда катта майдондаги шишаланган юзалар ва ромлардан фойдаланилади. Бинонинг иситилadиган майдони ва иситиш иссиқлик нагрузкасини шишаланган майдон аниқлайди. Бинонинг иссиқлик нагрузкасини камайитириш учун энг яхши иссиқлик изоляциясини қўллаш орқали бино қурилган бўлиши ва бошқа чора тадбирлардан фойдаланиб энергияни сақлаш лозим. Шу мақсадда тунги вақтларда ёруғ шаффоф ташқи юзаларга эга иссиқлик изоляторларидан фойдаланилади, булар иссиқлик изоляцион щитлар, ставни, зич шторлар ва бошқалар бўлиши мумкин. 19 а Расмда кўрсатилган уйда қуёш энергиясини тўғри тутиш кўзда тутилган, шунингдек коллекторда қизиган галька қатламида



иссиқликни аккумуляция қилиш орқали ҳавонинг табиий конвектив циркуляцияси контури ва клапан ёрдамида ҳаво ҳаракатини бошқариш, шунингдек қуёшдан ҳимоя қурилмаси мавжуд.



68-расм. Қуёшли уй:

а) Тош қатламида иссиқликни аккумуляция қилиш ва ҳавони қиздириш учун қуёш энергиясини тўғри тутиш билан конвектив контур ҳосил қилиш; б) гравийли иссиқлик аккумуляторлари

а) 1 — қуёшдан ҳимоя қурилма; 2 — ҳаво коллектори; 3 — қора металл лист; 4 — тошлар; 5 — ҳавони қайтариш; 6 — ҳаво оқимини бошқариш; 7 — тоза ҳаво; 8 — иссиқ ҳаво

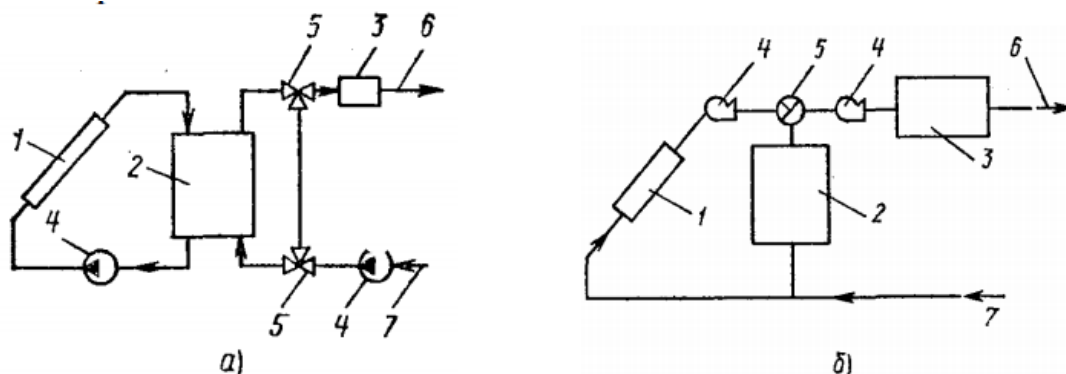
б) 1 — шиша қопламаси; 2 — иссиқлик изоляцияси; 3 — ойна; 4 — насыпь; 5 — гравий; 6 — ошхона; 7 — клапан

Қора ёки бошқа тўқ рангга бўялган жанубий девордаги шиша қопламасига эга иссиқлик аккумуляцияловчи пасив гелиотизимлар юқори самарадорлигига эгаллиги билан фарқ қилади ва бир қанча конструктив вазифаларни бажариши мумкин.

Бошланғич вариант сифатида ҳаво циркуляцияси учун тешиқлар мавжуд бўлмаган тўқ рангдаги тошли девор ёки жанубий шиша бетон ҳисобланади. Қуёш нурланиши бир ёки икки қатламли шиша қопламасини сингиб ўтиб тўқ матовой ранг буёққа буялган девор юзасида ютилади ва ҳарорат кўтарилишини ҳосил қилувчи девор массасида аккумуляция бўлади. Кундуз кунни аккумуляция бўлган иссиқлик конвекция ва нурланиш ёрдамида бинонинг ички қисмига кечикиб узатилади. 200 мм бетон деворининг қалинлигида бу кечикиш 5 соатни ташкил этади. Энг етук варианты ҳаво циркуляцияси учун қуйи ва юқори сатҳларда тешиқларга эга девор конструкцияси ҳисобланади. Бунда бинода иссиқликни узатиш анчагина яхшиланади. Ҳавонинг ҳаракатини бурилувчан заслонкалар ёрдамида амалга ошириш мумкин, шунингдек катта қувватга эга бўлмаган вентилятордан ҳам фойдаланиш мумкин.

### Биоларни иситишнинг актив гелиотизимлари

Қуёший иситиш актив тизимларига қуёш коллектори, иссиқлик аккумулятори, қўшимча (резерв) энергия манбаи, КСЭ дан аккумуляторга иссиқлик узатиш учун иссиқлик алмашингич, насослар, вентиляторлар, арматурали қувурўтказгичлар ва тизимнинг ишини бошқариш учун комплекс қурилмалар киради.



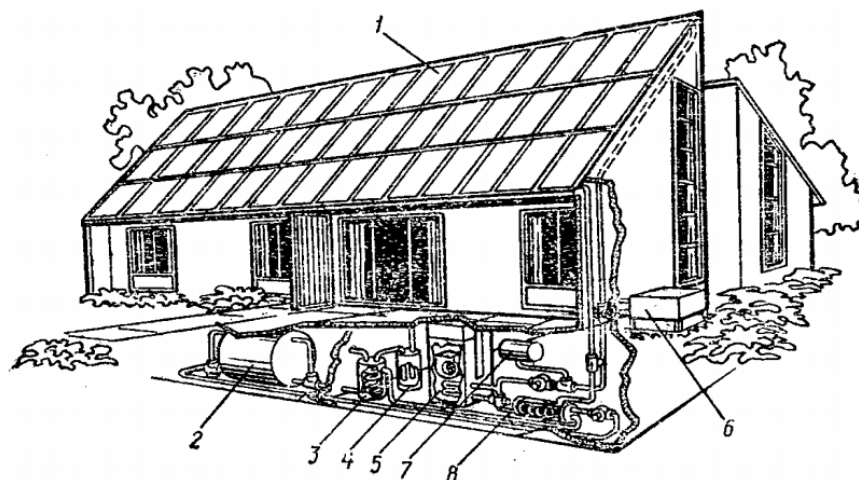
69-расм. Қуёший иситишнинг сувли (а) ва ҳаво асосидаги (б) актив тизимлари.

1 — қуёш энергияси коллектори; 2 — иссиқлик аккумулятори; 3 — қўшимча энергия манбаи; 4 — насос(вентилятор); 5 — бошқаришга асосланган клапан; 6 — қиздирилган иссиқлик ташувчини ҳайдаш; 7 — совутилган иссиқлик ташувчини қайтариш.

Иссиқлик бинода ҳаво тизимларида ҳаво йулакчалари ва вентиляторлар ёрдамида тақсимланади ёки паст ҳароратли иссиқлик ташувчиларга ҳисоб қилинган (суюқликли тизимларда) конвекторлар, радиаторлар ва нурлантирувчи панеллар воситасида ҳам амалга оширилади. Агар қиздиришнинг иссиқлик нагрузкаси  $45-60 \text{ Вт/м}^2$  бўлса, унда иситишнинг пол тизимидан фойдаланилганда (полнинг пастдан иссиқлик изоляция қилинган юзасига қувур ётқизилган ҳолда циркуляцияланиб иссиқ сув ёрдамида қизитилади) бинодаги ҳаво ҳарорати  $18^{\circ}\text{C}$  бўлиши учун пол юзасидаги ҳарорат  $22-24^{\circ}\text{C}$ , сувнинг ҳарорати эса  $30^{\circ}\text{C}$  бўлиши керак. Пол одатда бетондан тайёрланиб унинг ичида иссиқлик ташувчи учун  $\text{Ø}20$  мм бўлган полиэтилен қувурлар йиғилади, унинг таг қисмидан тош засыпкаси қопламасидан гидроизоляция қиладиган иссиқлик изоляция қатлами жойлашади. Бошқа вариантида қаттиқ пенополиуретан қатлами устида жойлашган  $0,5$  мм алюминий листга бириктирилган мис қувурлардан фойдаланилади.

70-расмда аҳоли яшайдиган уйнинг томига ўрнатилган суюқлик қуёш коллектори тасвирланган. Иситиш ва иссиқ сув таъминотида гелиотизимнинг қолган жиҳозлари уйнинг подвалида жойлашган. У ерда асосий иссиқлик аккумулятори, сув иситиш учун иссиқлик алмашингич (3), иссиқ сув аккумуляцияси учун бак, уйни иситиш ва ҳавони қиздириш учун иссиқлик алмашингич (5), кенгайиш баки ва антифриздаги иссиқликни сувга узатиш учун

иссиқлик алмашингич ўрнатилган. Уйнинг ташқарисида иссиқлик алмашингич (6) бўлиб у ёз ойларида ортиқча йиғилган қуёш иссиқлигини ташлаб юбориш учун хизмат қилади.



**70-расм. Актив гелиотизимли иссиқлик таъминотига эга уй**

1 — қуёш коллектори; 2 — иссиқлик аккумулятори; 3 — сувни қиздириш учун иссиқлик алмашингич; 4 — иссиқ сув бак аккумулятори; 5 — ҳавони қиздириш учун иссиқлик алмашингич; 6 — ортиқча иссиқликни ташлаш учун иссиқлик алмашингич; 7 — кенгайиш баки; 8 — сув иситиш учун иссиқлик алмашингич

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. Мирзиёев Ш.М. Указ Президента Республики Узбекистан №УП- 3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики , повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг.» Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2017 г.

2. Каримов И. А Указ первого Президента Республики Узбекистан №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии». Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2013г., №10. С.124

3. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Идательский дом МЭИ. 2008.

4. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015

5. А.К. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.

6. К.Р. Аллаев Электроэнергетика Узбекистана и мира. – Т.: “Фан ва технология”, 2009.-464 с.

7. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.

8. Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
9. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
10. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
11. E.V. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini o‘rnatish, sozlash va ishlatish// O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.
12. Н.В. Харченко Индивидуальные солнечные установки// - М.:Энергоатомиздат,1991.-208 с.
13. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
14. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124
15. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219
16. Т.Т.Рискиев, М.Н.Турсунов, Э.Т.Абдуллаев, «Фотоэлектрические станции, интегрированные в действующую сеть электроснабжения», «Энерго- и ресурсо-сбережение», 2015 г., №1-2, с. 187-193 .
17. Патент на промышленный образец № SAP 01413 от 22.04.2015. Фотоэлектрическая установка с принудительным охлаждением. Турсунов М.Н, Собиров Х, Юлдошев И.А, Комолов И.М. Расмий ахборотнома.29.02.2016. № 2.
18. М.Н. Турсунов., В.Г. Дыскин., Б.М. Турдиев, И.А. Юлдошев. Влияние конвективного теплообмена на температуру солнечной фотоэлектрической батареи //Гелиотехника. 2014. №4. С. 34-37.
19. M. N. Tursunov., V.G. Dyskin., I.A Yuldashev., Kh. Sobirov., Park Jeong Hwoan. A//Applied Solar Energy. 2015. v.51. pp. 163-164.
20. Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.
21. В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов// . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.
22. Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии// Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9
23. Андреев В.М, Грилехес В.А, Румянцев В.А. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.-Наука, 1989.
24. <http://alternativenergy.ru>
25. <http://www.energy-bio.ru>
26. [www.vicosolar.com](http://www.vicosolar.com)

27. [www.unisolar.com.ua](http://www.unisolar.com.ua)
28. [www.solarvalley.org](http://www.solarvalley.org)
29. [www.polpred.com](http://www.polpred.com)
30. [www.solar.newtel.ru](http://www.solar.newtel.ru)

### **Назорат саволлари**

- Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишнинг тамойиллари?  
Ўзбекистонда муқобил энергия манбаларидан фойдаланиш борасида қабул қилинган Қонунлар ва Фармонлар?  
Ўзбекистонда муқобил энергия манбаларини ривожлантириш чора тадбирлари ва шу соҳада фаолият юритаётган қархоналар фаолияти?  
Ўзбекистоннинг Қуёш энергияси бўйича ресурслари?  
Ялпи салоҳият, техник салоҳият, тонна нефть эквивалентлиги?  
Фотоэлектрик қурилмаларнинг техник иқтисодий самарадорлиги ҳақида фикрингиз?  
Қуёш коллекторларининг ўз-ўзини қоплаш муддати ва энергетик кўрсаткичлари қандай?  
Қуёш энергетик қурилмасининг таннархи ва экологик самарадорлиги қандай?  
Иқтисодий, энергетик, экологик самарадорлигини ҳисоблашда маълум критериялардан фойдаланиш?

## **IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ**

### ***1- амалий машғулот: Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш усулларини ўрганиш.***

**Ишдан мақсад** – Қуёш нурланиши оқим зичлиги ва уни ўлчаш жиҳозлари бўлган пирометр, пиргелиометр, актинометрдан фойдаланиш кўникмасини шакллантириш. Аксланган, диффузияланган, тўғри қуёш оқимини ҳисоблашни ўрганиш. Атмосферанинг тиниқлик коэффиенти ва оптик атмосферани ҳисоблашни ўрганиш

### **Масаланинг қўйилиши**

#### **Машғулот вазифалари:**

- Қуёш нурланиши ва унинг электромагнит табиатига оид назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- Қуёш спектри, абсолют қора жисм тушунчасини таҳлил қилиш, ҳисоблаш ифодалари кўникмаларини шакллантириш;
- Ер атмосферасининг Қуёш нурланишига таъсирини ўрганиш;
- Оптик атмосфера массасини ҳисоблаш формулаларини амалда қўллаш;

- Қуёш нурланиши оқим зичлигини ўлчаш учун сезгир термоэлектрик элементлардан фойдаланиш, ўлчов жиҳозларида уларнинг функцияси, ўрни ҳақида билимларни юксалтириш;

## ҚУЁШ

Қуёш нурини электр энергиясига ўзгартириш бошланғич нурланишнинг қуввати ва таркиби тўғрисида яхши билим заруриятини талаб этади. Масалан, монокристалл қуёш элементи CdS/Cu<sub>2</sub>S қурилмалар учун яроқсиз бўлган маълум бир тўлқин узунлигига жавоб беради. Мазкур бобда (ҳар хил қуёш спектри) ер атмосфераси орқали ўтган унинг қуввати параметрларини ўлчаш ва бундай ўлчашларни амалга оширадиган шароитлар тўғрисида мулоҳаза келтирилган. Қуёш нурланишини Ер сиртида қабул қилгичнинг катта бурчаги Қуёш нурини вертикал нур билан солиштирганда камайишига олиб келувчи атмосферадаги йул узунлигини англатади. Бу оптик ҳаво массаси (АМ) сифатида баҳоланади. Нурланишнинг тўғри диффузия, глобал каби ташкил қилувчилари ҳар хил таъриф билан берилади, чунки унинг қийматлари узоқ шимолдагига қараганда экваторга яқин ўзгаради.

### 2.1 Қуёш спектри

Бир йил давомида Ерда керак бўлган умумий энергия бир соатда қуёшдан қабул қилинадиган энергия кабидир. Бу бир соатда қуёшдан келаётган энергия Ерда манбалари томонидан ишлаб чиқарилаётган умумий энергиядан 5000 марта катта бўлишини англатади. Қуёшдаги катта энергия термоядро реакцияси натижасидир. Унда водород гелийга айланади. Иккита газ массалари  $m$  орасидаги энергия Эйнштейн формуласига мувофиқ  $E = mc^2$  айланади, бу ерда  $c$  - ёруғлик тезлиги. Мазкур реакция натижасида катта иссиқлик ишлаб чиқилади (ажралади), ҳамда Қуёшнинг сиртий ҳарорати деярли 6000 К да ушлаб туради. Қуёш Планк постулатига ўхшаш ҳар хил йуналишда энергия сочувчи қора жисм сифатида қараш мумкин. Қора жисм нурланиши учун Планк формуласи

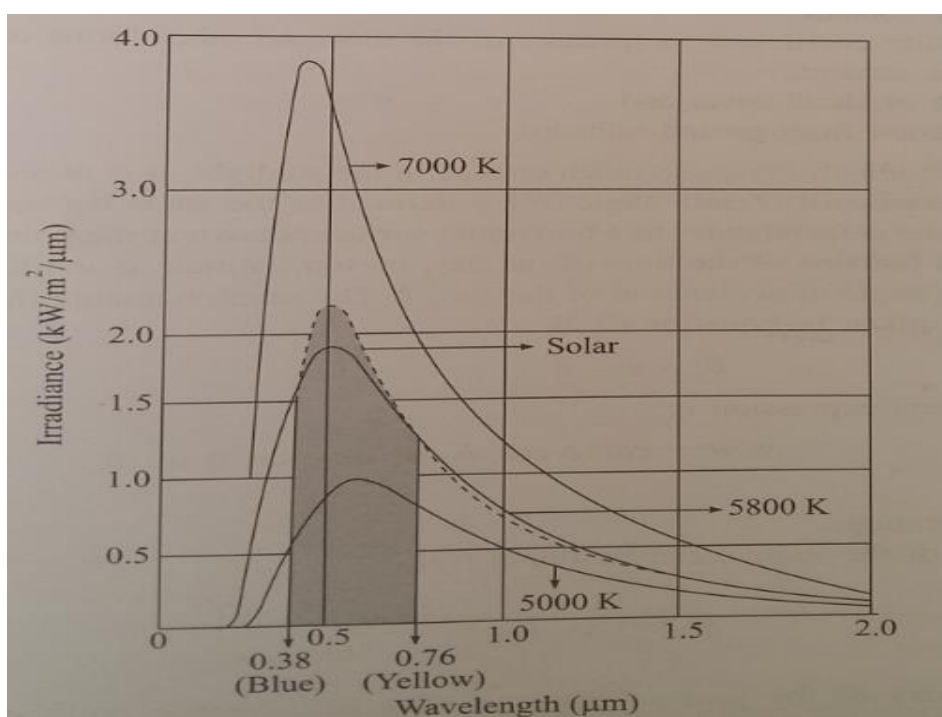
$$W_{\lambda} = \frac{2\pi c^2 \lambda^{-5}}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (\text{Вт/м}^2, \text{ тўлқин узунлиги метрда}) \quad (2.1)$$

бу ерда Планк доимийси ( $h$ ) –  $6.63 \cdot 10^{-34}$  Ж с

Больцман доимийси  $k$  -  $1.38 \cdot 10^{-23}$  Ж/К

Бу қуёш сиртидаги энергия зичлиги, бироқ қуёш нури ер атмосферасига етиб келган вақтда унинг қиймати  $1367 \text{ Вт/м}^2$  гача камаяди, у қуёш доимийси дейилади. У эркин фазода қуёш йуналишига перпендикуляр бўлган бирлик юзада қабул қилинган энергия ҳисобланади. Бироқ бир йил давомида Ер ва

Қуёш орасидаги масофа ўзгарганлиги туфайли мазкур доимий  $\pm 3.35\%$  га ўзгаради. Максимум  $1400 \text{ Вт/м}^2$  3 январда, минимум  $1310 \text{ Вт/м}^2$  қиймат 6 июлда қабул қилинади. Қуёш  $6050 \text{ К}$  да қора жисмга ўхшаш бўлсада у мураккаб нур таратувчи бўлиб туради. Қуёш сиртидаги ҳарорат Фраунгофер ютилиш чизиғи ва қуёш атмосфераси ўзгариши қора жисмнинг спектрини ўзгартиради. 2.1 Расмда Ер атмосферасидан ташқарида қуёш спектрининг силлиқланган қисми бўйлаб бир нечта ҳар хил ҳароратлар учун (2.1) ифода билан берилган Планк қора жисм нурланиш графигини беради. Юқори ҳароратда эгри чизиқ чуққиси кўк томон силжиса, пастроқ ҳароратда сариқ томон силжийди. Ташқи фазодаги қуёшнинг катта энергияси  $0,25$  ва  $3,0 \text{ мкм}$  орасида ётадиган тақдирда ҳам нормал қуёш нурининг ранги инсон кўзига кўринадиган қисм бўйича аниқланади.



2.1 Расм. Ҳар хил ҳароратлар учун қора жисм спектри. Соялаштирилган майдон қуёшнинг кўзга кўринадиган спектрини намойиш қилади.

Ёруғликнинг барча манбалари мутлоқ қора жисм эмас ёки қуёш эмас. Бироқ қора жисмнинг толани юқори ҳароратгача қиздириш билан ҳосил қилиши мумкин. Мутлоқ қора жисм бўлиши учун нур тарқатувчи манба шунингдек нурни мутлоқ ютувчиси ҳам бўлиши керак. У оддий ёруғлик манбаси билан бўлган ҳолат эмас. Разряд лампаси разрядланиш остида газ ўзига хос ёруғлик чиқаргани туфайли мазкур категорияга тушмайди. Масалан, натрий буғидаги лампа мос равишда D1 ва D2 чизиқлар деб аталадиган фақат  $0,5895924 \text{ мкм}$  ва  $0,5889950 \text{ мкм}$  тўлқин узунлигидаги ёруғликни чиқаради. Фақат симоб буғидаги лампа оқ ёруғликни ҳосил қилиш учун етарлича ҳар хил

тўлқин узунликка эгадир. Шу сабабга кўра фақатгина қиздирилган тола манбалари Қуёш нурланишини ҳосил қилиш учун имитатор сифатида кўрилади. Албатта мос келувчи фильтр билан амалга оширилади. Қуёш спектридаги маълумотларни ва қуёш спектрини ҳосил қилиш лаборатория ичида тадқиқот мақсадлари учун, балки максимум қувватни олиш учун қабул қилинаётган нурланишга маъқул жавоб берадиган янги материални топиш учун керакдир.

## 2.2 Ер атмосферасининг қуёш нурига таъсири

Ер сиртидаги қуёш нурланишининг ҳам спектрга тақсимооти ҳам зичлиги ҳар хил омилларга боғлиқ бўлади. Улар орасида асосийси у томонидан кесилган йул узунлиги (а) ва атмосфера таркиби (в) қуйидагиларга боғлиқ бўлади:

(I) Сув таркиби

(II) хиралик коэффициентининг чанг ва бошқаларда ютилиш шакллари ўлчови

(III) Озон

(IV) Булут қопламасининг қалинлиги

(V) Ердан аксланиш

Йул узунлигининг қуёш нурида катта ўзгаришининг келтириб чиқаргани учун уни математик аниқлаш баҳолаш муҳимдир. Зенит бурчаги ( $\Theta_z$ ) қуёш нури йуналиши ўлчаш нуқтасида чизилган.

Горизонтал сиртга перпендикуляр орасидаги бурчак сифатида аниқланади. Зенит бурчаги кун вақти, мавсум, кенглик  $\varphi$  ва узунлик  $\phi$  функциясидир. У шунингдек қуёшнинг оғиш бурчагига  $\delta$  боғлиқ бўлади. Кун давомида амал қилинадиган улар орасидаги боғланиш (2.2) ифодада берилган.

$$\theta_z = \varphi - \delta \quad (2.2)$$

$$\text{Умумий ифода } \cos \theta_z = \cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta \quad (2.2a)$$

Бу ерда  $\omega$  – соат бурчаги

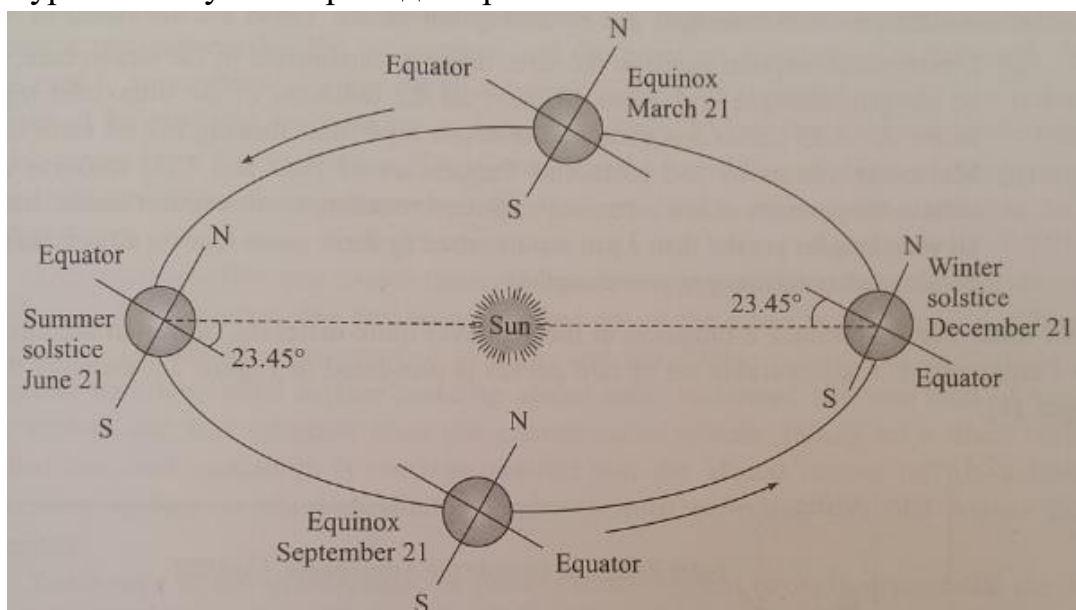
Йилнинг исталган кунда  $\delta$  ни қуйидаги Купер формуласидан аниқлаш мумкин.

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left[ \frac{360 (n-80)}{365} \right] \quad (2.3)$$



Бу ерда  $n$ - йил давомидаги кун сони  $1 \leq n \leq 365$  Экватор шимолида бурчак мусбат деб қаралади, токи жанубдаги бурчак манфий сифатида олинса. Тропик экватор шимолида  $23.45^\circ$  бурчак остида жойлашган. Қуёш жойи  $\delta$  қабул қилинганидан у йил давомида ўзгариши кузатиб борилади. Баҳорнинг биринчи кунида  $n = 80$ , 1 январни  $n = 1$  сифатида ва кузнинг биринчи кунини  $n = 260$  деб олсак, қуёш тўғри экватор устида бўлади. Тенглик куни деб аталувчи мазкур иккита кунда кун ва тун тенг узундир. Бу 21 март ва 21 сентябрда юз беради. Иккала ҳолатда (2.3) ифодадан оғиш бурчаги  $\delta=0$ .

Қуёш шимолий яримсферада ёз ва қишга мос равишда қуёш кун узун бўлганда 21 июнда ва кун қисқа бўладиган 21 декабрда юз беради. Қуёшнинг барча мазкур жойлашуви 2.2 расмда берилган.



## 2.2 Расм. Тенглик кунларини кўрсатадиган Қуёш атрофидаги Ер орбитаси

Ер Қуёш атрофида ҳар йили бир марта айланади. Унинг фокусларининг бирида Қуёш билан эллипс орбитада

Йилнинг  $n$  кунидаги Ер ва Қуёш орасидаги масофа (метрда) қуйидаги ифода билан берилади:

$$S = 1.5 \times 10^{11} \left[ 1 + 0.017 \sin \left\{ \frac{360(n-93)}{365} \right\} \right] \quad (2.4)$$

Бироқ орбита доирага жуда яқиндир. Иккита жисмлар орасидаги масофа эллипснинг кичик ва катта ўқларининг ўртача қийматида ифодаланиши мумкин. Мазкур сабаб учун 2.2-расмда қуёш жойлашуви фонуслардан бири ўрнига эллипс маркази яқинида кўрсатилган. Қуёш атрофида айланишига

қўшимча тарзда, ер шунингдек, ўзининг ўқи атрофида айланади. Ўқ иккала жисмда иборат бўлган текисликка 23,45° бурчакка оғган бўлади. Бу оғиш кунни ва қишда қисқа кунни келтириб чиқаради. Максимал оғиш бурчаги 23,45°, кун узун бўладиган 21 июнда юз беради. Қуёш тропик деб аталувчи худди шундай бурчакдаги кенглик устида тўғри пайдо бўлади. Шунга ўхшаш кун қисқа бўлган 21 декабрда қуёш деб аталадиган экватор пастида худди шундай кенглик устида жойлашади.

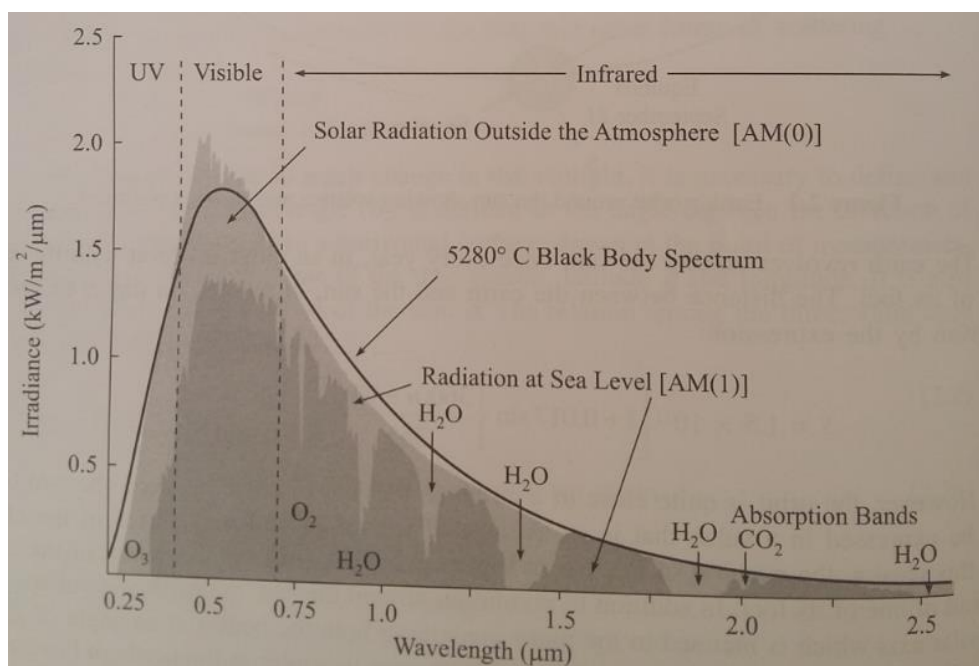
Кейинги жараён Қуёш тури атмосфера орқали ўтганда спектрини ўзгаришидир.

1. Тўғри қуёш нуридан маълум бир энергия олиб кетадиган Рейлэ сочилиши туфайли кўк рангда осмонни пайдо бўлиши;
2. Жисм ва аэрозолда сочилиш кичик тўлқин узунликда юз беради.
3. Ҳарорат ўзгариши ва турбуленталик туфайли атмосферанинг аксланиш кўрсаткичини ўзгариши ҳам келаётган нурланишга таъсир қилади. Қуёш нурини ўзгариши учун жавобгар бўлган бошқа иккита механизмлар йўлидир. Улар қуйидагича ўзига хос хусусиятланади.

(I) учта зич таркибли, яъни оксид, азот ва озондан ташкил топган атмосферада электрон ютилиш йўлаги.  $\lambda = 0.29$  м дан кичик ультрабинафшадаги барча резинция озон қатлами томонидан ютилади. Бу билан Ердаги ҳаёт хавфсиз қилинади.

(II)  $H_2O$  ва  $CO_2$  молекулаларнинг тебраниш ва айланиш частоталари келаётган нурланишнинг маълум бир частоталари билан резонансланиши ютилиш йўлагини пайдо бўлишига олиб келади. Узун тўлқинлар учун атмосферада барча 3 мкм дан катта бўлган деярли барча тўлқин узунликлари мазкур газлар томонидан ютилади.

Барча мазкур омиллар денгиз сатхида Ер атмосферасидан ташқаридагидан фарқ қиладиган нурланишни ҳосил қилади. 2.3-расмда мазкур ўзгаришларни кўрсатувчи иккита эгри чизикларнинг таққосланиши кўрсатилган [1].



2.3-расм. Қуёш нурланишининг спектрал тақсимоти.

Берилган майдонга мос келувчи қуёш қувватининг миқдори қуёш нурланиши деб аталади. Қуёш нурланишининг зичлигининг ўлчов бирлиги метр квадратга ватт (ёки киловатт) бирлигида, яъни ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) да берилади. Шунингдек тасодифий қуёш нурланиши ҳам нурланиш деб аталади, бирлик вақтда бирлик юзада қабул қилиниши тушунилади. Қуёш энергиясининг миқдори ва  $\text{кВт} \times \text{соат}/\text{м}^2$  да ўлчанади.

Мазкур қиймат қуёш соати чўққисига эквивалентдир. Тасодифий қуёш нурланиши ҳар хил фут квадратида Британия иссиқлик бирлиги ( $\text{Бту}/\text{Фт}^2$ ), Ланглейс (L) ёки метр квадратда мегажоул каби бирликларда берилади. Битта бирликни бошқасига қуйидагича ўзгартириш омили билан ўзгартирилиши мумкин.

$$\text{кВт соат} / \text{м}^2 = \text{Ланглейс} / 86,04 = 317,2 \text{ Бту}/\text{Фт}^2 = 3,6 \text{ МЖ}/\text{м}^2 \quad (2.5)$$

Ер атмосферасидан ташқарисидаги қуёш доимийси деб аталувчи қуёш нурланиш қувватининг деярли  $1,367 \text{ кВт}/\text{м}^2$  доимийси  $1 \text{ м}^2$  юзага келиб юритади. Мазкур қиймат 2.3-расмда график остидаги интегралдан олинади.

Иккита эгри чизиқларнинг биттаси атмосфера ташқарисидаги ва бошқаси Ер сиртидаги нурланишнинг кўринишини кўрсатади. Аниқки, Ер атмосфераси маълум бир тўлқин узунлигини кучли ютувчиси бўлиб, у шунингдек, сиртга етиб келувчи нурланиш қувватини камайтиради. Кремнийли фотоэлектрик модул 0,3 дан 0,6 ткм гача бўлган қуёш қувватини электр энергиясига ўзгартиради. Мазкур тўлқин узунлиқлар қуёш спекторининг энг катта энергия

соҳасини ҳосил қилади. Қуёшли кунда Ерга тушувчи умумий нурланиш энергияси  $1000 \text{ Вт/м}^2$  атрофида бўлиши мумкин.

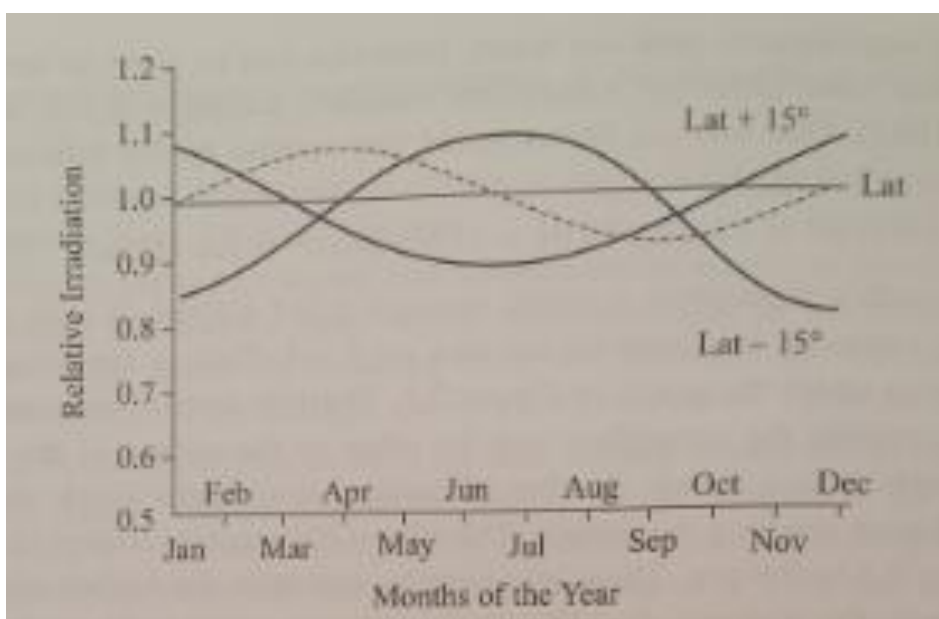
Ер сиртига тўғри ўтувчи қуёш нурланиши тўғри қуёш нурланиши деб аталади. Горизонтал юзага биргаликда тушувчи қуёш нурининг тўғри ташкил қилувчиси ва осмон нурининг диффузион ташкил қилувчи глобал қуёш нурланишини ташкил қилади. Тўғри диффузия ҳамда ердан қайтганларнинг умумий йиғиндиси альбедо деб аталади. Оған сиртга тушувчиси умумий радиация деб аталади.

Тўғри нурдан сочилган нурланиш диффузион қуёш нурланиши деб аталади. Қабул қилувчидан юқори исталган қўшни оған акслантирувчи структура мавжуд бўлмаганда албедо горизонтал қабул қилувчи юзага тушмайди. Исталган фотоволтаик ёки фото иссиқлик тизимини лойиҳалаш коллекторга тушувчи энергия миқдорига кучли боғлиқ бўлади. Каттароқ қабул қилинган энергияда каттароқ қисми тизимнинг чиқишида ўчирилади. Қишда энергия максималлаштирилиши керак. Ҳеч бўлмаганда тропик яқинидаги иссиқ сув ҳосил қилувчи қурилмалар учун бажарилиши керак, бироқ бу ёзда аҳамиятсиздир. Қиш ойларида йиғиладиган энергия, агарда коллектор жой кенглигига қараганда  $15^\circ$  кўпроқ бурчакка оғдирилса катта бўлади.

Бу оғиш кенглик  $15^\circ$  қараганда камроқ бўлганда талаб этиладиган энергияга аксидир. Мазкур иккита ҳар хил бурчакларда коллекторда қабул қилинган энергия худди шу асбобни жой кенглигига тенг бурчакка оғанда йиғган энергия билан солиштирилган графиги 2.4-расмда кўрсатилган.  $+15^\circ$  кенгликда мавсум совуқ бўлганда ноябрдан мартгача кўпроқ энергия қабул қилинади ва иссиқ сув кўпроқ керакдир. Ёз ойлари давомида бу аҳамиятсиздир, чунки Шимолий Ҳиндистон ва бошқа экаторга яқин бўлган давлатларда иссиқ сув талаб этилмайди. Бироқ бутун йил давомида максимал қувват керак бўладиган фотоволтаик тизим билан боғлиқ вазият бошқачадир. Бундай қилиш учун PV матрица жой кенглигига тенг бурчакда жойлаштирилиши керак. Амалда  $0.9 \times$  (кенглик бурчак) яхшироқ натижа олинади.

Агарда оғиш  $+15^\circ$  дан кўпроққа оширилса, тасодифий қуёш нурланиши узлукли эгри чизиқ билан аппроксимацияланади. У жамлашнинг кераксиз пастроқ даражасини юқори кўрсатади.

Юқорида эслатилган қараганда Апрельга яқин чўкки бўлгунига ноябрдан январгача.



2.4-расм. Йил давомида нурланишнинг нисбатан ўзгариши.

2.1-жадвал. Нью Делида йил давомида қабул қилинадиган нурланишни кўзгалмас матрица учун учта ҳар хил оғиш бурчаклар, шунингдек, шарқ-ғарб якка ўқ бўйича кузатадиган матрица учун кўрсатади. Мазкур ҳолатда матрица шимол-жануб йўналишида керакли бурчакда оғдирилади ҳамда шарқдан ғарбга қуёш билан ҳаракатланади. Иккита ўқ бўйича кузатадиган матрица билан маълумотлар ҳам киритилган. Кузатиш жараёни 4-бобда ёритилади. Бошқа Ҳиндистон шаҳарлари учун ўхшаш маълумотлар [2] адабиётда берилган.

2.1-жадвал. Нью- Дели, Ҳиндистон (Шимолий кенглик:  $28^{\circ}58' N$ , Шарқий узунлик:  $77^{\circ}20'$ , Баландлик: 210 м. Ўрта кунлик чўққи қуёшли соатлар, кВт соат/м<sup>2</sup>).

**Table 2.1** Average Daily Peak Sun Hours in kWh/m<sup>2</sup> for New Delhi, India, Latitude:  $28^{\circ} 58' N$ , Longitude:  $77^{\circ} 20'$ , Elevation: 210 m [1]. This is also called (EHFS  $\times$  1 kW/m<sup>2</sup>). EHFS stands for 'Effective Hours of Full Sunshine'

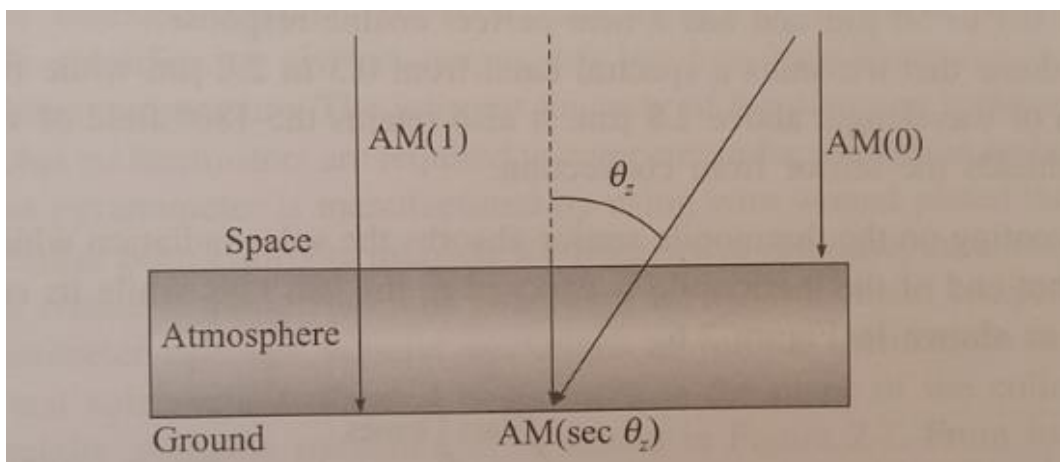
Month	Array tilted at Latitude		Array tilted at Latitude -15 deg.		Array tilted at Latitude +15 deg.		
	Fixed Array	One-Axis Tracking	Fixed Array	One-Axis Tracking	Fixed Array	One-Axis Tracking	Two-Axis Tracking
Jan	5.83	7.38	5.04	6.38	6.28	7.87	7.92
Feb	7.04	8.97	6.37	8.09	7.31	9.23	9.24
Mar	7.31	9.02	7.05	8.6	7.18	8.83	9.05
Apr	6.94	9.17	7.12	9.23	6.42	8.5	9.3
May	6.87	9.36	7.38	9.83	6.08	8.25	9.86
June	6.19	8.53	6.76	9.15	5.38	7.32	9.23
July	4.20	5.94	4.5	6.31	3.75	5.17	6.34
Aug	5.30	7.27	5.53	7.44	4.83	6.6	7.46
Sep	5.70	7.44	5.66	7.23	5.46	7.13	7.45
Oct	6.57	7.99	6.09	7.34	6.69	8.09	8.13
Nov	6.43	8.56	5.62	7.49	6.88	9.05	9.08
Dec	5.73	7.11	4.87	6.06	6.26	7.68	7.77
Yearly Avg.	6.18	8.06	6	7.76	6.04	7.81	8.4

### 2.2.1. Ҳаво массаси

Зенит бурчаги ва қуёш пешини тушунчаси қуёш шўрланишини атмосфера орқали ўтганда уни ўзгаришини тушунишда асос ҳисобланади. Шимолий ярим шарқдаги исталган жойдаги қуёш-пешин кун бўйи горизонтал юзада вертикал таёқ соясининг узунлигини ўлчаш билан ўлчанади. Географик шимол йўналишида кўрсатганда узунлиги энг қисқа бўлади. Бу юз берадиган вақт қуёш пешини дейилади. Географик шимол ва компас билан топиладиган магнит шимол олиш керак, чунки иккалови жойдан жойга ўзгариши мумкин.

Зенит бурчаги  $\Theta_z$  атмосфера орқали ўтаётган қуёш нурланишининг йўл узунлигини топиш фойдали бўлиб, ҳаво массаси деб аталувчи миқдорда ифодаланади. Исталган вақтдаги ҳаво масса, атмосферада ўтаётган қуёш нури йўлининг узунлиги ва қуёш зенитда бўлганда йўл узунлиги нисбати сифати аниқланади: бу эса  $\sec \Theta_z$  билан берилади.  $\Theta_z=0$  бўлганда эса  $\sec \Theta_z =1$  ҳаво массасининг қиймати АМ 1 бўлади.

Ерда ўртача қуёш спектри АМ 2 га яқин бўлади, бироқ қуёш элементи учун АМ 1,5 нурланиш стандарт сифатида қабул қилинган. 2.5-расм боғланган миқдорни кўрсатади.



2.5-расм. Зенит бурчак ва унинг нисбий ҳаво массасига таъсири.

### 2.3. Қуёш нурланишни ўлчаш

Кўпгина нурланишни ўлчаш қурилмаси сифатида сезувчи термоэлемент фойдаланилади.

Термоэлемент асбобнинг сезгирлигини оширган ҳолда чиқиш кучланишини ошириш учун кўп миқдордаги кетма-кет уланган терможўфтликлардан ташкил топади. Иссиқлик нурланишини фаол ёки иссиқ ўтиш деб аталувчи терможўфтликлар ўтишларидан бирида ютилиши унинг ҳароратини оширади. Иссиқ ўтиш ва ва ўрнатилган ҳароратда ушлаб турилган ўтишлар орасидаги ҳарорат фарқи, ҳароратда ҳосил бўлган фарқларга тўғри пропорционал бўлган иссиқлик-ЭЮК ҳосил қилади.

Бу термоэлектрик эффект деб аталиб, у учта ташкил қилувчига эга.

1. Зеебек эффекти;
2. Пельте эффекти;
3. Томсон эффекти.

Бу учтаси бир-бири билан боғланган ва тескари жараёнларни ҳосил қилади. . Терможўфтлик яхши маълум ва охириги 100 йилда ҳароратни ўлчаш ва жараённи назорат қилиш учун кенг ишлатилиб келинмоқда. Терможўфтликларнинг ишлаш тамойили Зеебек эффекти асосида кўпгина Қуёш нурланишни ўлчаш қурилмаси сифатида қўлланилади.

### 2.3.1. Пирометр.

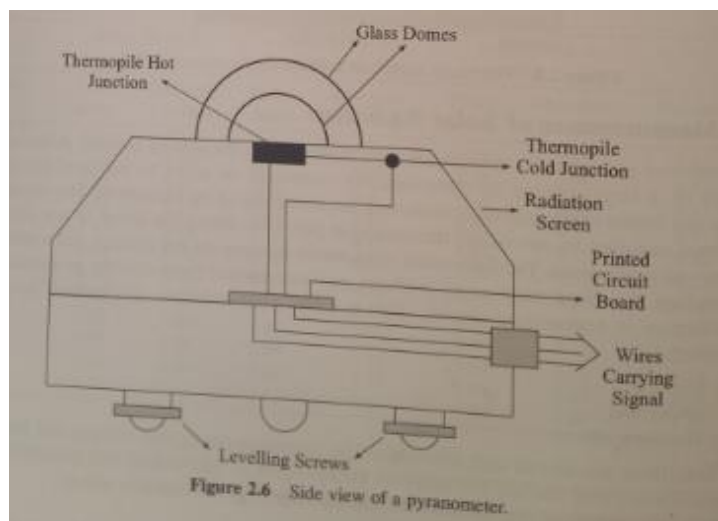
Пирометр глобал қуёш нурланишини ўлчаш билан фойдаланилади. Олдинроқ таъкидланганидек қуёш нурланиш спектори тахминан 0,3 дан 2,8 мкм гача кенгайди.

Бу қуёш нурланиши сенсорга перпендикуляр тушганда максимал жавоб (сирти нормал, қуёш зенитда), (тушиш бурчаги  $0^\circ$ ), қуёш горизонтда (тушиш бурчаги  $90^\circ$ , зенит бурчаги  $90^\circ$ ) бўлганда ноль жавоб ва бурчаги  $60^\circ$  да 0,5 бўлишини англатади. Бу пирометр келаётган нурланишга тўғри жавоб, яъни идеал косинус тасвирга яқин бўлиши керак фикрдан келиб чиқади.

Пирометрнинг асосий ташкил қилувчилари:

- 1) Қора қопламага эга бўлган термосенсор. Бу сенсор 0.3 дан 50мкм гача бўлган бирга қуёш нурини ютади ва косинус жавобига эгадир.
- 2) 2,8 мкм юқори тўлқин узунликдаги исталган нурланишни филтрлаган 0,3 дан 2,8 мкм гача бўлган спектр йўлакни ўтказувчи шиша. У шунингдек, кўриш  $180^\circ$  майдонида қолади. Гумбаз сенсорни конвекциядан ҳимоя қилади.

Термоэлектрик батарея сенсордаги қора қоплама иссиқликка ўзгартириладиган қуёш нурланишини ютади. 2.6-расмда кўрсатилганидек термоэлектр батарея совуқ охири нольда ушлаб турилганда иссиқ охири қуёш нури билан ёритилади.



2.6-расм. Пирометрнинг кўриниши.

Пирометрлар I509060 стандартига мувофиқ стандартлаштирилади, яъни Жаҳон Метрологик ташкилоти томонидан қабул қилинган. Мазкур стандарт учта синфга бўлинади.

Энг яхшиси иккиламчи стандарт деб аталади. Иккинчи яхшиси биринчи синф ва охириги синф иккинчи синф. Калибрлаш Жаҳон Радиометрик бошқармаси томонидан бажарилади. Мазкур бошқарма Швецариядаги Довос шаҳридаги PMOD (Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Duvos) томонидан таъминланади.

Пирометр нурланишни қабул қилувчи сирт ва тўсиқланган иссиқлик массаси орасидаги ҳарорат фарқини ўлчаш учун термоэлемент батареясига таянганлиги учун ҳарорат сезувчи элемент одатда  $5^\circ$  ёки ундан ортиқ мис-константан терможуфтликлардан ташкил топган бўлади. Битта терможуфтлик чиқишида тахминан  $22 \mu\text{V}/\text{C}$  бўлганлиги учун яхши ажратишга эга бўлган ҳароратни ўлчаш учун фойдали чиқиш кучланишини ишлаб чиқариш учун катта миқдорда ўтишларни кетма-кет улаш керак.

Кейинчалик мазкур термоэлемент батареясининг тўғри бурчакли геометрияси асбоб ўқи бўйлаб носимметрик бурчакли жавобни ҳосил қилиш учун мойил бўлади. Шу сабаб учун айрим ишлаб чиқарувчилар [3] аниқ юпқа пардали пластина қаршилик термометр, болометрга ўхшаш конфигурацияда фаол электрон кўприк схемаси оёқчаси сифатида ишлатилади. Мазкур схема нурланишни қабул қилувчи сирт ва тўсиқланган иссиқлик орасидаги ҳарорат фарқига пропорционал сигнал ишлаб чиқаради. Номувозанат сигнал иссиқликка турғун кучайтиргичда, кичик эмпеденс эга ва атрофдаги ҳарорат ўзгаришига боғлиқ бўлмаган чиқишга бериш учун кучайтирилади. Платина қаршиликли термометр схемасининг табиий чизиклилиги, атрофдаги ҳароратда ўзгаришни компенсация қилиш учун термистор талаб этилмайди. Замонавий



пирометрлар симли термоэлемент батареясида фойдаланган ҳолда ишлаб чиқарилмоқда.

### Фойдаланилган адабиётлар

1. Мирзиёев Ш.М. Указ Президента Республики Узбекистан №УП- 3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики , повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг.» Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2017 г.

2. Каримов И. А Указ первого Президента Республики Узбекистан №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии». Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2013г., №10. С.124

3. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Идательский дом МЭИ. 2008.

4. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.

5. E.B. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini oʻrnatish, sozlash va ishlatish// Oʻquv qoʻllanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.

6.Н.В. Харченко Индивидуальные солнечные установки// - М.:Энергоатомиздат,1991.-208 с.

7. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124

8. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученое степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219

9.Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.

### Назорат саволлари

Қуёш нурланишининг электромагнит таркиби нимадан иборат? Ер альбедоси атамасига фикрингизни билдиринг?. Оптик атмосфера массаси (АМ) нима?. Инсоляция нима?. Қуёш нурланишининг спектрал таркиби нимадан ташкил топган? Қуёш нурланиши оқим зичлиги, Қуёш радиацияси атамаларига фикрингиз? Ўзбекистонда қуёш энергиясидан фойдаланиш борасида қандай ишлар амалга оширилмоқда? Қуёшнинг кимёвий таркиби, ҳарорати ва зичлиги қандай? Қуёшда кечадиган термоядро реакциялари тенгламаларини биласизми? Қуёш тожи, ядроси, хромосфераси, фотосфераси, яъни таркибий тузилишини айтинг? Қуёш сариқ юлдуз, Қуёшнинг коинотдаги ўрни, йиллик ҳаракати, силжиши ҳақида нималарни биласиз? Ўртача астрономик бирлик нима? Вақт тенгламаси графиги ҳақида фикрингиз? Фотон энергияси, Қуёш доимийси, Қуёш нурланиши спектрал зичлиги ҳақида нималарни биласиз? Мутлоқ қора жисм, Горизонтал қабул қилувчи майдонча тушунчаларига изоҳ беринг?

Жанубга, Ғарб ёки Шарққа, шимолга ориентирланган вертикал қабул қилувчи майдонча, Қуёш нурланиши тушиш бурчаги, Зенит бурчакларига фикрингиз? Худуд кенглигининг йиғинди қуёш нурланиши оқимиға таъсири қандай? Қуёш оғиши ва Қуёш соат бурчагининг йиғинди қуёш нурланиши оқимиға таъсири қандай. Атмосферанинг йиғинди қуёш нурланиши оқимиға таъсири илмий изоҳланг?

## **2-амалий машғулот. Яримўтказгичли қуёш элементлари ва фотоэлектрик модулларнинг асосий параметрлари ва характеристикаларини ўрганиш.**

**Ишдан мақсад** – Яримўтказгичли материаллар асосидаги қуёш элементларининг оптик ва электрик хусусиятларини ўрганиш. Материалнинг ютилиш коэффициенти ҳисоблаш. Каскадли қуёш элементлари ва қуёш элементларининг планар конструкцияси ўрганиш. Қуёш элементларининг вольт-ампер ва вольт-ватт таснифини куриш.

### **Масаланинг қўйилиши**

#### **Машғулот вазифалари:**

- Яримўтказгичли материаллар асосидаги қуёш элементларининг оптик ва электрик хусусиятларига оид назарий билимларни мустаҳкамлаш;
- Материалнинг ютилиш коэффициенти ҳисоблаш кўникмаларини шакллантириш;
- Каскадли қуёш элементлари ва қуёш элементларининг планар конструкцияси ўрганиш;
- Қуёш элементларининг вольт-ампер ва вольт-ватт таснифини куришни ўрганиш;

**1-масала:** Гелий алюминий тақиқланган зона кенлиги  $x = 0.6$  ва фотон энергияси  $1.8 \text{ эВ}$  тенг .Кремний материалдан тайёрланган қуёш элементининг фотоэлектрик ток ишлаб чиқариш учун оптимал толқин узунлигини топинг . Планк доимийси  $6.62 \cdot 10^{-34}$  .ёруғлик тезлиги  $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Ечилиши :

Фотон энергияси қуйидаги формуладан аниқланади :  $E = \frac{c \cdot h}{\lambda}$  ;

Бу ердан оптимал толқин узунлиги қуйидагича аниқланади :

$$\lambda = \frac{c \cdot h}{E} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1.8 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 2.29 \cdot 10^{-7} = 0.229 \text{ } \mu\text{m}$$

Демак бу қуёш панелида электр энергияси ишлаб чиқариш учун  $\lambda = 0.229 \mu m$  толқин узунлиги керак.

**2-масала :** Унча катта бўлмаган уй энергетик тизими Қуёш панелининг аккумулятор батареясида тامينланади. Аккумулятор батареяси кучланиши  $U_{\text{бат}} = 12 \text{ В}$ , сиғими  $45 \text{ А} \cdot \text{соат}$ . Ёруғлик ҳар тун 4 соат ёқилади, истемол қилинадиган ток  $3 \text{ А}$ . Фотоэлектрик аккумулятор батареясини зарядлаш учун фотоэлектрик энергетик тизимқандай параметрларга эга болиши керак? Фотоэлемент қандай уланган бўлиши керак? Қуёш панелига тушадиган ёруғлик оқими  $1 \text{ кВт} / \text{м}^2$  ҳар бир элемент радиуси  $1.62 \text{ см}$  ток зичлиги  $2 \cdot 10^{-2} \text{ А} / \text{см}^2$ .

Ечилиши :

Аккумулятор батареясини  $12 \text{ В}$  гача зарядлаш учун қуёш панелига  $U_{\text{ум}} = 15 \text{ В}$  гача зарядлаш керак. Чунки ҳар тун аккумуляторнинг ФИК

$\eta = 0.8$  бўлганда  $U_{\text{бат}} = U_{\text{ум}} \cdot \eta = 15 \cdot 0.8 = 12 \text{ В}$  истемол қилади. Кремнийдан ясалган қуёш элементини ишлатганда кучланиши ҳар бир элементта махимал юкламада  $U_0 = 0.5 \text{ В}$  га тенг.  $15 \text{ В}$  кучланиш олиш учун  $N = \frac{U_{\text{ум}}}{U_0} = \frac{15}{0.5} = 30$  та элемент керак. Қуёш элементлари қуёш билан ёритилган бўлса 3 соатда талаб қилинадиган ток  $15 \text{ А} \cdot \text{соат} / 3 \text{ соат} = 5 \text{ А}$ .

Кетма кет уланганда бут ок қуйдагича юзадан олиниши мумкин:

$$S = \frac{I}{j} = \frac{5}{2 \cdot 10^{-2}} = 250 \text{ см}^2$$

Шунда 30 та қуёш элемент  $8.4 \text{ см}^2$  юзага тоғри келади.

Агар қуёш батареяси аккумулятор билан параллел уланса қуйдагиларни ҳисобга олиш керак :

Ҳар бир модул одатта 33 та кремний фотоэлементидан ташкил топган ва шу модул  $1.5 \text{ А}$  ток берад. Бу учун  $5 \text{ А} / 1.5 \text{ А} = 3.33$  ни яхлитлаб 4 қилиб оламиз .

Шундай қилиб батарея 6 ампергача ток билан тامينлаш мумкин. Бу 4 та модул параллел уланиш керак . Бутун қуёш панелида 120 та элемент болади. Уларнинг майдонлари  $1 \text{ м}^2$ . (тўлдириш факторини ҳисобга олмаган ҳолатда )

**3-масала :** Қуёш панелига ЭЮК и  $3 \text{ В}$  ва ички қаршилиги  $2 \text{ Ом}$  дан бўлган 6 та бир хил элемент кетме кет уланиб , аккумулятор батареяси ҳосил қилинган.

Агар шу батарея 6 Ом ташқи қаршиликка уланса ,унда қандай ток ҳосил бўлади ?

Ечилиши :

Умумий ЭЮК ни аниқлаб оламиз :

$$\varepsilon_{um} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 + \varepsilon_5 + \varepsilon_6 = 6 * 3 = 18 V$$

Умумий ички қаршилик эса қуйидагича :  $r_{um}=r*n=6*2= 12$  Ом

Бу параметрлар асосида ҳосил болган токни аниқлаймиз :  $I = \frac{\varepsilon_{um}}{R+r_{um}}$  формула-

дан  $I = \frac{18}{6+12} = 1 V$  лигини аниқлаймиз .

**4-масала** : Кремнийдан ясалган қуёш панеллари билан аккумуляторни зарядлашдаги ток кучи 4 А га тенг. Клеммалардаги кучланиш 12.8 В бўлса , аккумуляторни разрядлашдаги ток кучи эса 6 А ва клеммалар даги кучланиш 11.1 В. Ушбу аккумулятор батареясини ички қаршилигини аниқланг ?

Ечилиши: Аккумуляторни зарядлашдан ҳосил бўлган кучланиш  $U_z = \varepsilon + I_z * r$  ва разрядлашдан ҳосил болган кучланиш эса

$$U_r = \varepsilon + I_r * r \quad \text{лигидан фойдаланиб}$$

$$U_z - U_r = I_z * r + I_r * r$$

келиб чиқади ва ички қаршиликни аниқлаймиз :

$$r = \frac{U_z - U_r}{I_z + I_r} = \frac{12.8 - 11.1}{4 + 6} = 0.17 \text{ Ом}$$

Бундан кўриниб турибдики аккумулятор батареясини ички қаршилиги 0.17 Ом га тенг.

### Фойдаланилган адабиётлар

1.Мирзиёев Ш.М. Указ Президента Республики Узбекистан №УП- 3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики , повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг.» Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2017 г.

2. Каримов И. А Указ первого Президента Республики Узбекистан №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии». Собрание законодательство Республики Узбекистан, 2013г., №10. С.124

3. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Идательский дом МЭИ. 2008.
4. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015
5. А.К. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.
6. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.
- 7.Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
8. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
9. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
10. E.V. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini o‘rnatish, sozlash va ishlatish// O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.
11. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
12. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124
13. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание учено степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219
- 14.Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.
- 15.В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов// . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.
- 16.Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии// Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9

### **Назорат саволлари**

Яримўтказгичли материалларнинг оптик ва электрик хусусиятлари билан танишмисиз? Материалнинг ютилиш коэффициенти хақида фикрингиз? Каскадли қуёш элементлари хақида нималарни биласиз? Қуёш элементларининг планар конструкцияси қандай ташкил топган? Қуёш элементларининг вольт-ампер ва вольт-ватт таснифи қандай қурилади? Қуёш элементларини тайёрлашда ишлатиладиган материалларнинг хусусиятлари

ҳисобга олинадими?. Юқори самарали қуёш элементлари деганда нимани тушунаси? Қуёш элементи ҳар бир конструкциясини хусусиятларини ўрганиш керакми? Антиаксептирувчи қопламаларнинг физикавий хоссаларини ўрганиш аҳамияти муҳим саналадими?. Омик контакт тушунчасига изох беринг? Кристалл ва аморф кремний асосидаги қуёш модуллари ҳақида фикрингиз? STC тест синови қандай амалга оширилади? Юпқа қатламли қуёш элементлари ҳақида нималарни биласиз?

**3-амалий машғулот. Ҳар хил қувватдаги фотоэлектрик тизимларни лойиҳалашни ўрганиш, уларнинг иш режими ва электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ҳисоблаш.**

**Ишдан мақсад** – Ҳар хил қувватдаги қуёш фотоэлектрик станцияларини лойиҳалашни ўрганиш, уларнинг иш режими ва электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ҳисоблаш

### **Масаланинг қўйилиши**

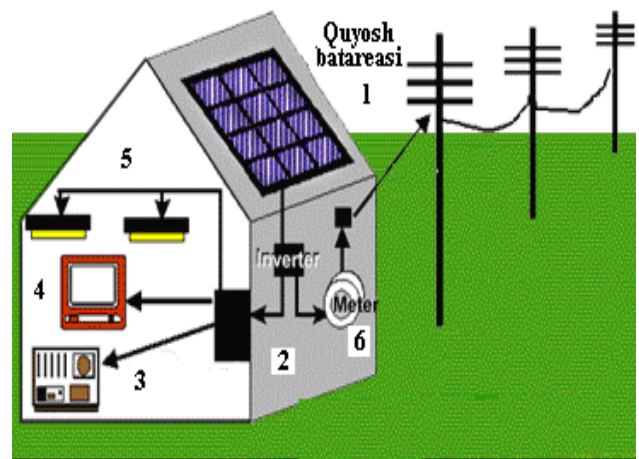
#### **Машғулот вазифалари:**

- 1.Автоном фотоэлектрик станцияларни лойиҳалашни ўрганиш;
- 2.Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станцияларнинг иш режими;
- 3.Суткалик, ойлик ва йиллик электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ҳисоблаш.

Қуёш фотоэлектрик модули қуёш нурланишини электр энергиясига ўзгартириш учун мўлжалланган бўлиб, у 36 та, 72 та стандарт кремний пластиналар қуёш элементларидан иборат, уларнинг қуввати 1 – 400 Вт атрофида бўлади.



**2.1-расм. Объект том қисмига қўлланган фотоэлектрик қурилмалар.**



**2.2-расм. Аҳоли уйларига қўлланган қуёш энергетик қурилмасини энергетик улаиш схемаси.**



**2.3-расм. Калифорния штатининг Мохаве чўлларига лойиҳаланаётган қуёш электр станцияси.**

*(«Стерлинг энерджи системз» компанияси маҳсулотлари)*



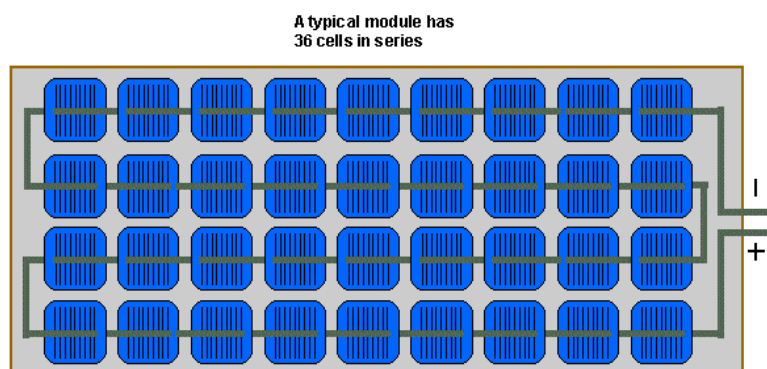
**2.4-расм. Қрим қуёш электр станцияси.**

*(Ясси қуёш батареалари)*



**2.5-расм. Кремнийли қуёш фотоэлементи кўриниши.**

Қуёш элементлари юзасининг умумий майдони қуйидагича 100x100 мм, 125x125 мм, 156x156 мм, 210x210 мм бўлиб параллел ва кетма-кет уланади.



**2.6-расм. Ясси қуёш батареясининг боғланиш схемаси.**

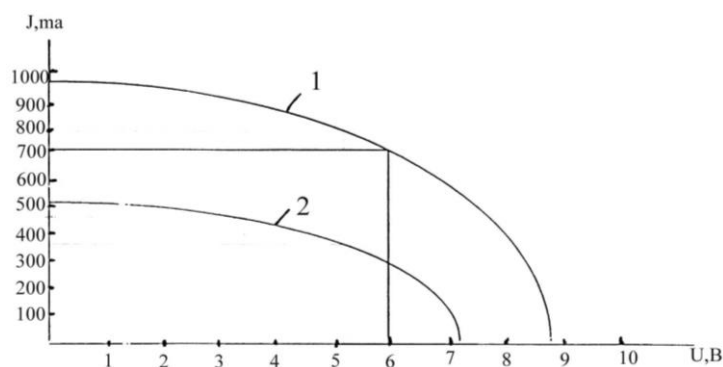
Қуёш батареяси қисқа туташув токи ва салт кучланишнинг тахминий ўлчами, қуёш радиациясига боғлиқ бўлади. Қуёш батареясининг вольт-ампер характеристикаси қуёш радиациясига боғлиқ ҳолда ўзгаради.

### **Ҳисоблаш тартиби**

Ҳисоблаш вақтида берилган 2.1-жадвалдан фойдаланиб кучланишни ҳамда ясси қуёш батареясининг ёрутувчанлигини Ёрутувчанликни ўзгартириш билан  $E=50\text{Вт/м}^2$  ток кучини ўзгаришига олиб 100 мА келади.

$E=750\text{ Вт / м}^2$  2.3- расмда келтирилган.





2.7-расм. Ясси қуёш батареясининг вольт-ампер характеристикаси.

1 – қуёш нури бўйича; 2 – Лампа ёруғлиги бўйича;

2.1. Жадвал

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, B	0,4	7,2	5,1	3,3	0,9	3,7	5,2	6,6	4,8	3,0
E, Вт/м <sup>2</sup>	750	800	650	750	700	850	750	800	1000	550

Қуйидаги формула орқали оптимал қувват аниқланади:

$$P_{opt} = U \cdot I$$

Кейин батареянинг фойдали иш назорати аниқланади. Батареянинг ФИК ини аниқлаш учун, элементлар орасидаги бўшлиқ майдонини ҳисобга олиш керак, яъни батареянинг  $0,3 * 0,4 = 0,12 \text{ м}^2$  га тенг бўлган умумий майдонини олиш керак. Шунда ясси қуёш батареясини фойдали иш коэффициенти қуйидагича топилади.

$$\eta = \frac{P}{SE}$$

**1-масала** : Бино томига юзаси  $1 \text{ м}^2$  болган қуёш панеллари ўрнатилган. Унга тушаётган қуёш нури интенсивлиги  $1,4 * 10^3$  бўлса, қуёш нурларини қуёш панелларига берадиган босимини аниқланг ?

Ечилиши :

Қуёш нурларини қуёш батареясига берадиган босимни нурни интенсивлиги орқали қуйидагича топамиз :  $P = \frac{I}{c}$

формуласи орқали ҳисобланади . Демак  $P = \frac{14 * 10^3}{3 * 10^8} = 4,7 * 10^{-6} \text{ Pa}$  келиб чиқади.

**2-масала** : Уй томига қуёш батареяси ўрнатилган Уй томининг узунлиги 40м ва эни 12 м.Қуёш батареяси ҳосил қилган эЮК 0.5 В ва эффективлиги  $\frac{I}{S}=2*10^{-2}$  А/см<sup>2</sup> бўлса ,Қуёш батареяси ёрдамида қанча электр энергия тежалишини аниқланг .

Ечилиши :

Аввало , Қуёш панелини умумий юзасини топиб оламиз :  $S=l*d= 40*12=480m^2$  ва бу орқали  $\frac{I}{S}=2*10^{-2}$  А/см<sup>2</sup> бўлса  $I =480*2*10^2=9.6*10^4$ А.

Кейин қуёш батареясини ҳосил қилган энергияси қуйидагича аниқланади :

$$\text{Ёзда } E_y = I * U * t_y = 9.6 * 10^4 * 0.5 * 4 * 3600 = 691.2\text{МЖ}$$

$$\text{Қишда } E_q = I * U * t_q = 9.6 * 10^4 * 0.5 * 2.5 * 3600 = 432\text{МЖ}$$

Демак биз ушбу ўрнатилган қуёш батареяси билан ёзда 691.2 МЖ ва қишда эса 432МЖ энергияни тежаган боламиз .

**3-масала** : Х раёни қуйидаги ўртача йиллик қуёш ресурсларига эга .Қуёшдан келаётган ёруғлик оқими қуввати ҳар бир 1 м<sup>2</sup> юзага 0.6кВт. Қуёш батареясининг ўртача кунлик ёритиши 3.5 соат .Қурилманинг ФИК и 7 % болса қуёш батареяси умумий юзаси 15 м<sup>2</sup> бўлганда 1 ойда қандай энергия берилади ?

Ечилиши :

1 м<sup>2</sup> юзага 0.6кВт энергия тўғри келса умумий панел қуввати  $P_{ум}=C_{ум}*P_{ум}=15*0.6*10^3= 9\text{кВт}$  ва умумий ёритилган вақти

$t_{ум}=3.5*30=105$  соат бўлса панелнинг умумий берадиган энергияси қуйидагича :

$$E_{ум} = \eta * P_{ум} * t_{ум} = 0.07 * 9 * 10^3 * 105 = 66.15\text{кВт*соат га тенгдир.}$$

**4-масала** : Қуёш батареяси кунлик энергиясини аккумулятор батареясини зарядлаш учун беради.Бунда кунига 4 соат мобайнида 0.25А ток орқали 12 В кучланишгача зарядланади.Бунинг натижасида 12кЖ энергия бехуда ўтказгичлар қизиши учун сарф бўлади .Қуёш батареясининг ФИК ни топинг.

Ечилиши :

Қуёш батареясини ФИК И ушбу формуладан аниқлаймиз :

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} * 100\% = \frac{IUt}{\Delta E + IUt} 100\%;$$

$$\eta = \frac{0.25 * 12 * 2.5 * 3600}{12 * 10^3 + 0.25 * 12 * 2.5 * 3600} * 100\% = 69\%$$

Қуёш панелини фойдали иш коэффициентси 69%ни ташкил қиларкан.

**5-масала :** Осциллографнинг элестрон – нур трубкасида дастадаги электронларнинг экран яқинидаги концентрацияси аниқланг. Даста кесими юзаси 1.0 мм<sup>2</sup>, ток кучи эса 1.6μА .Электронлар катоддан бошланғич тезликсиз учиб чиқиб , катод билан аноқ орасидагипотенциаллар фарқи 28.5кВ бўлган электр майдонида тезлаштирилади .

Ечилиши :

электрон дастасидаги ток кучи қуйидагича ифодаланади :  $I = iS = envS$

Электрон U потенциаллар фарқини ўтганда кинетис энергияси  $\frac{mv^2}{2}$  га электр майдоннинг бажарган иши эУ га тенг бўлади. Энергиянинг сақланиш қонунига биноан

$$eU = \frac{mv^2}{2}$$

бўлади. Бундан электронларнинг эришган тезлиги  $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$  бўлади .Демак

бундан қуйидаги формулани келтирсак бўлади :  $n = \frac{I}{evS} = \frac{I}{eS} \sqrt{\frac{m}{2eU}}$

$$n = \frac{1.6 * 10^{-6}}{1.6 * 10^{-19} * 10^{-6}} \sqrt{\frac{9.11 * 10^{-31}}{2 * 1.6 * 10^{-19} * 28.5 * 10^3}} = 1 * 10^{11} m^{-3}$$

**6-масала :** Муҳит температурасини ўлчаш учун унга ички қаршилиги 2 кΩ ва шкаласи бўлимнинг қиймати 10 нА бўлган галванометрга уланган , α=0.5 μВ/К доимийли никел-хром термопаранинг бир кавшари туширилади . Агар иккинчи кавшар термопараси 15°C бўлганда галванометер стрелкасининг оғиши 25 бўлими ташкил қилса , муҳитнинг температураси қандай бўлади ?

Ечилиши :

Термоелектр юритувчи кучнинг  $I = \alpha(t_2 - t_1)$  ифодасифан мухитнинг  $t_2$  хароратини  $t_2 = \frac{1}{\alpha} + t_1$  (1) бўлади. Иккинчи томондан эса Ом қонунига биноан,  $I = I(R + R_g)$

Бунда  $R$  термопаранинг қаршилиги .Лекин термопаранинг галванометернинг ички қаршилигидан анча кичик ( $R \ll R_g$ ) бўлади, шунинг учун уни ҳисога олма- сак ,  $I = IR_g$  . Ток кучи эса  $I = na$ на бўлади, демак ,  $I = naR_g$  ифодани (1) му- носабатга келтириб қойсак қуйидагича :

$$t_2 = \frac{naR_g}{\alpha} + t_1$$

бўлади. Демак  $t_2 = \frac{25 \text{ bo'lim} * 10 * 10^{-9} * \frac{A}{\text{bo'lim}} * 2 * 10^3 \Omega}{0.5 * 10^{-6} \frac{V}{K}} + 15^\circ\text{C} = 1015^\circ\text{C}$  харо- рат келиб чиқади.

### Фойдаланилган адабиётлар

1. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015
2. А.К. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.
3. К.Р. Аллаев Электроэнергетика Узбекистана и мира. – Т.: “Фан ва технология”, 2009.-464 с.
4. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.
- 5.Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
6. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методиче- ская указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
7. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использо- ванием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
8. Е.В. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini o‘rnatish, sozlash va ishlatish// O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.
9. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные сол- нечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
10. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconduc- tor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124

11. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219

12.Т.Т.Рискиев, М.Н.Турсунов, Э.Т.Абдуллаев, «Фотоэлектрические станции, интегрированные в действующую сеть электроснабжения», «Энерго- и ресурсо-сбережение», 2015 г., №1-2, с. 187-193 .

13.Патент на промышленный образец № SAP 01413 от 22.04.2015. Фотоэлектрическая установка с принудительным охлаждением. Турсунов М.Н, Собиров Х, Юлдошев И.А, Комолов И.М. Расмий ахборотнома.29.02.2016. № 2.

14.М.Н. Турсунов., В.Г. Дыскин., Б.М. Турдиев, И.А. Юлдошев. Влияние конвективного теплообмена на температуру солнечной фотоэлектрической батареи //Гелиотехника. 2014. №4. С. 34-37.

15.M. N. Tursunov., V.G. Dyskin., I.A Yuldashev., Kh. Sobirov., Park Jeong Hwoan. A//Applied Solar Energy. 2015. v.51. pp. 163-164.

16.Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.

17.В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов// . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.

18.Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии// Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9

19.Андреев В.М, Грилехес В.А, Румянцев В.А. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.-Наука, 1989.

### **Назорат саволлари**

1. Фотоэлектрик батареяларни тайёрлаш технологияси қандай босқичлардан ташкил топган?

2.Автоном фотоэлектрик станциялар ҳақида нималарни биласиз?

3.Локал электр тармоғи билан параллел ишлайдиган фотоэлектрик станциялар иш режими қандай? Резерв фотоэлектрик станциялар нима учун зарур?

4. Қуёш фотоэлектрик станциялари учун таянч конструкцияларни тайёрлаш жараёнларини биласизми?

5. Аморф ва кристалл қуёш фотоэлектрик панелларни фарқли жиҳатларини биласизми?

6. Қуёш фотоэлектрик панеллари ярқилик муддати қандай?

7. Қуёш фотоэлектрик батареялари самарадорлигига атмосфера таркибидаги чангланганлик концентрациясининг таъсири қай даражада деб уйлайсиз?

8. Қуёш фотоэлектрик модули ҳароратига конвектив иссиқлик алмашинувининг таъсири ҳақида фикрингиз?

#### **4-амалий машғулот. Минора типдаги қуёш электр станциясининг иссиқлик ФИК ни ҳисоблаш.**

**Ишдан мақсад** – Ҳар хил қувватдаги қуёш фотоэлектрик станцияларини лойиҳалашни ўрганиш, уларнинг иш режими ва электр энергия ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ҳисоблаш

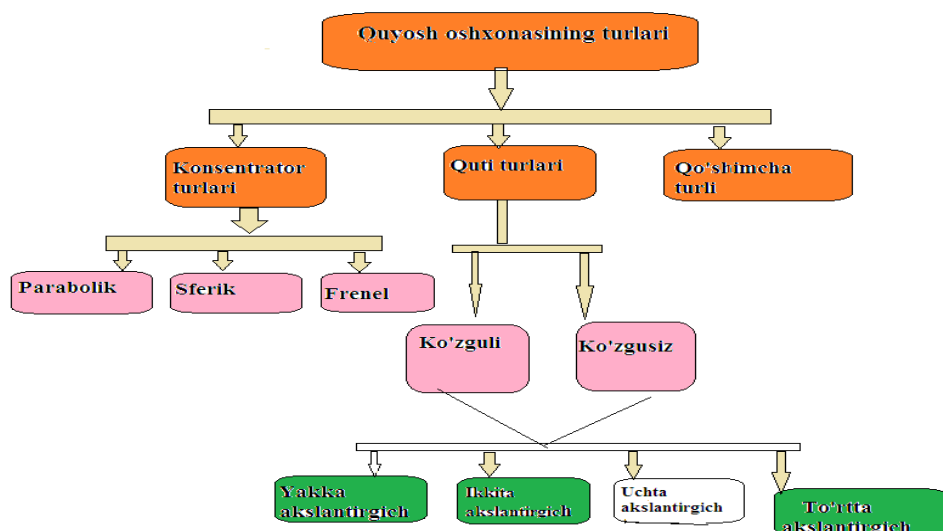
#### **Масаланинг қўйилиши**

##### **Машғулот вазифалари:**

- 1.Кўзгу ва алюминий қопламали рефлекторларнинг тайёрланиш босқичлари
2. Концентраторлар. Френель, ясси, сферик кузгули концентраторлар.
- 3.Параболоид турдаги кичик қуёш печи.
4. 1 МВт қувватдаги катта қуёш печидаги концентратор (Паркент тумани) параметрларини ўрганиш.

Ўзбекистон иқлим шароитидан келиб чиқиб маиший ва хусусий мақсадларда Қуёш энергиясидан самарали фойдаланишнинг усулларида бири Қуёш ошхона қурилмаларини лойиҳалаш ва тайёрлаш ҳисобланади. Эрга тушаётган Қуёш энергиясидан саноатда, қишлоқ хўжалигида, тиббиётда ва кундалик турмушда фойдаланиш масалалари билан шуғулланувчи фан-техниканинг йўналиши **гелиотехника** деб номланади.

Қуёш ошхонаси қурилмасининг турлари жуда кўп бўлиб асосий мақсад қуёш иссиқлик энергиясидан фойдали мақсадда фойдаланиш ҳисобланади. Арзон нархдаги технологиялардан фойдаланган ҳолда юзлаб хонадонларда пишириш ёки иситиш тизимидан фойдалана оладиган турли хил турдаги қиммат бўлмаган иситиш тизимлари ёки қуёш ошхоналарини яратиш мумкин. Ҳозирги кунга қадар бутун дунё бўйича қуёш ошхоналарининг турлари 3 та катта категорияга ажратилади. Бу категориялар 1-расмда кўрсатилган.



1 – расм.Қуёш ошхонасининг турлари

Ушбу категорияларнинг концентратор тури . Қуёш нурини қабул қилувчи қурилманинг шакли жиҳатдан сферик, Френел ва параболоик турларига ажратилади. Қути туридаги Қуёш ошхонасида фойдаланилаётган материалга қараб кузгули ва кузгусиз турларга бўлинади. Акслантиргичларнинг (рефлектор) ишлатилиш сонига ҳам қараб бир неча турларга ажратиш мумкин. Қўшимча турли қуёш ошхонасида эса Қуёш нурининг иссиқлиги алоҳида қурилмаларда тўпланади ва ҳаво пуркагичлар ёрдамида иссиқ ҳавони қуёш қозони остига йўналтирилади. Бундай қуёш ошхона турларидан фойдаланиб узок вақт давомида бирор таомни тайёрлашда самарали фойдаланиш мумкин.

Қути турли Қуёш ошхонаси дунё бўйлаб энг кўп тарқалган тури ҳисобланади, чунки тайёрланиши жиҳатдан энг осон ва арзон қурилмадир. У овқатни ўртача  $70^{\circ}$  дан  $140^{\circ}$  С да пишира олади ва унинг ичига бир неча идишлар жойлаштира олиш мумкин. Қуйидаги 2-расмда қути турдаги қуёш ошхонасининг икки хил кўриниши келтирилган.



## 2- расм. Қути турдаги қуёш ошхоналари

2(а) расмда ягона рефлекторга эга қути турли қуёш ошхонаси; 2(с) расмда эса тўртта рефлекторга эга қути турли қуёш ошхонаси. Концентратор турдаги қуёш ошхоналарида фокус нуктасида ҳарорат  $300-400^{\circ}\text{C}$  бўлиши мумкин. Концентраторли ошхоналарни (3-расм) бир неча шакллари бор.



3-расм. Концентратор турдаги Қуёш ошхоналари

3(а) расмда фойдаланишга қулай бўлган кўзгули қуёш ошхонаси кўрсатилган. Кўзгули қуёш ошхонаси қуёшли кунда қисқа вақтларда ўртача тўрт-беш кишига этадиган овқатни витаминларини сақлаган ҳолда пишира олади. 3 (б) расмда қуёш ошхонасининг воронкали шакли берилган. Бу шаклни ясаш учун жуда кўп материал талаб қилинмайди. Фақат жуда энгил бўлганлиги сабабли асоси мустаҳкам бўлиши учун тош бостириб қўйиш ёки ёғочдан таянч сифатида фойдаланиш мумкин, лекин бундай қуёш ошхоналарида иссиқликни мувозанатда сақлаш имконияти деярли бўлмайди. 3(с) расмда кабоб пишириш учун мўлжалланган энг содда кўринишга эга ва ясалиши осон бўлган парабола шаклидаги қуёш ошхонаси кўрсатилган. Бундай қурилмани ясаш учун картон қоғоз бўлаги ва фолга қоғоз этарли бўлади. 3(д) расм парабола шаклидаги қуёш ошхонасининг мукамал кўринишини кўрсатиб беради. Бу қурилма бошқа қуёш ошхоналаридан аниқ ва кенг фокус нуктасига эга эканлиги фарқланиб туради. Парабола шаклидаги қуёш ошхонаси иссиқлик энергиясини ҳосил қилишда энг самарали бўлиб у қуёш ҳолатининг озгина ўзгаришига ҳам ўта сезгир қурилма ҳисобланади. Шу сабабли қурилмани қуёш ҳаракатига қараб туғрилаб туришни талаб қилади. Бу турдаги қуёш ошхоналарининг камчилиги шундаки парабола шакли аниқ бир параметрларга асосланиб тайёрланади, шунинг учун



бу қурилмани уй шароитида яшаш бир оз қийинчилик туғдиради ёки керакли материаллар топилмайди. 3(е) расмда кўрсатилган қуёш плитасининг шакли ҳозирда кўплаб одамлар томонидан тан олинмоқда, чунки бу қурилма алюминий тунукаларни айлана шаклида қирқиб, халқа шаклидаги асосларга френел кўринишида жойлаштириб ясалиши билан осон ҳисобланади. 3(ф) расмдаги қуёш ошхонаси орқали қабул қилгич идишни цилиндр шаклида бўлган параболоик концентраторни назарда тутуди. Цилиндр шаклидаги идишни иссиқликни яхши ўтказадиган материалдан фойдаланиш зарур бўлади. Бу қурилма ёрдамида асосан сув иситиш мўлжалланган бўлсада овқат пиширишни ҳам амалга оширса бўлади. Бундай қуёш ошхоналарида сув қайнатиш, тухумлар пишириш, кабоб пишириш ҳамда турли хил овқатлар тайёрлаш мумкин. Параболик шаклдаги қуёш ошхонасининг қуввати 350-400 W қувватли электр плитасига тенглашади, бир соатда 51 л сувни қайната олади. Бундай қуёш ошхонасида 3-4 кишига этадиган овқатни пишириш мумкин. Бу қурилма ўз таннархини 1,5-2 йилда қоплайди. Бундай ошхоналар йилига 1000 кВт соат электр энергиясини тежаш имконини беради. Аҳолининг асосий қисми қишлоқ хужалигида яшаганлиги сабабли бундай қуёш ошхоналаридан фойдаланиш қулай ҳисобланади. Ҳатто электр тармоғидан узоқда жойлашган далаларда, фермер хўжаликларида ёки тоғли худудларда фойдаланиш самарали натижа беради ва уларнинг ўтин териш ва қидириш муаммоларидан холос этади.

**Ишни бажариш тартиби:** параболоид қуёш концентраторининг фокус масофасини аниқлаш учун унинг ишчи соҳасига масофадан туриб сув заррачалари пуркалади, шунда унинг фокус нуқтаси кўриниши сезилади.

1. Фокус нуқтаси кўрингандан сўнг унга махсус мослама ўрнатилади, бунда фокус нуқтаси мосламанинг ўртасида жойлашиши лозим. Сўнгра фокус нуқтасига ёки унга яқин жойга ўрта ҳарорат диапозонида ишлайдиган термोजуфтлик ўрнатилади. Бу термोजуфтлик хромел-алюмел ёки хромел-капел асосидаги материаллардан бўлиши лозим. Термोजуфтликнинг бир учи фокус нуқтасида, иккинчиси эса  $0^{\circ}\text{C}$  ҳароратда қуйилиши керак.

2. Потенциометр ёки милливольтметр ёрдамида термोजуфтликнинг иссиқлик-ЕЮК ўлчаб олинади. Сўнгра иссиқлик-ЕЮК қийматининг ҳароратга боғлиқлигидан фойдаланиб

градуировка жадвали ёрдамида фокус нуқтасидаги ҳарорат  $t_{\phi}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) аниқланади.

3. Мосламага маълум ҳажмдаги идишга сув қуйилиб қайнаш учун сарфланган иссиқлик миқдори  $Q$  (кЖ) аниқланади, бунда совуқ сувнинг ҳарорати  $t_1$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), қайнаган сувнинг ҳарорати  $t_2$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), қайнаш вақти  $\tau$  (с), сувнинг массаси  $m$  (кг) аниқланади.

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

Олинган натижалар 1-жадвалга киритилади.

**1-жадвал**

Параболоид қуёш концентраторининг иш жараёни							
	Вақт интервали	$t_a$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$E$ ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ )	$t_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$t_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$t_{\phi}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$Q$ (кЖ)
1 -	1	0					
	2	10					
	3	20					
	4	30					
	5	40					
	6	50					
	7	60					
	8	70					
	9	80					

илова

Йил давомида сутка давомида Ер худудига қуёш энергияси нурларининг тушуви

Йил ой- лари	Сутка, $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{сут})$	Соатлари, $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$						
		12	11,1 3	10,1 4	9,15	8,16	7,17	6,18
Январ, декабр	2860	710	670	630	540	310	-	-
Феврал, ноябр	3245	750	740	690	605	460	-	-

Март, ок- тябр	3920	780	770	730	670	650	320	-
Апрел, сентябр	4411	800	790	765	730	640	546	170
Май, ав- густ	4640	800	79+0	765	730	670	545	340
Июн, июл	4760	785	780	770	730	670	585	440

### Фойдаланилган адабиётлар

1. Мирзиёев Ш.М. Указ Президента Республики Узбекистан №УП- 3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг.» Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2017 г.

2. Каримов И. А Указ первого Президента Республики Узбекистан №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии». Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2013г., №10. С.124

3. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Идательский дом МЭИ. 2008.

4. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015

5. А.К. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.

6. К.Р. Аллаев Электроэнергетика Узбекистана и мира. – Т.: “Фан ва технология”, 2009.-464 с.

7. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.

8.Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258

9. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28

10. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140

11. E.B. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini o‘rnatish, sozlash va ishlatish// O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.

12.Н.В. Харченко Индивидуальные солнечные установки// - М.:Энергоатомиздат,1991.-208 с.

13. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.

14. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124

15. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219

16.Т.Т.Рискиев, М.Н.Турсунов, Э.Т.Абдуллаев, «Фотоэлектрические станции, интегрированные в действующую сеть электроснабжения», «Энерго- и ресурсо-сбережение», 2015 г., №1-2, с. 187-193 .

17.Патент на промышленный образец № SAP 01413 от 22.04.2015. Фотоэлектрическая установка с принудительным охлаждением. Турсунов М.Н, Собиров Х, Юлдошев И.А, Комолов И.М. Расмий ахборотнома.29.02.2016. № 2.

18.М.Н. Турсунов., В.Г. Дыскин., Б.М. Турдиев, И.А. Юлдошев. Влияние конвективного теплообмена на температуру солнечной фотоэлектрической батареи //Гелиотехника. 2014. №4. С. 34-37.

19.М. N. Tursunov., V.G. Dyskin., I.A Yuldashev., Kh. Sobirov., Park Jeong Hwoan. A//Applied Solar Energy. 2015. v.51. pp. 163-164.

20.Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.

21.В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов// . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.

22.Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии// Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9

23.Андреев В.М, Грилехес В.А, Румянцев В.А. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.-Наука, 1989.

24. <http://alternativenergy.ru>

25. <http://www.energy-bio.ru>

26. [www.viecosolar.com](http://www.viecosolar.com)

### **Назорат саволлари**

1.Кўзгу ва алюминий қопламали рефлекторларнинг тайёрланиш босқичлари ҳақида нималарни биласиз?

2. Концентраторлар. Френель, ясси, сферик кузгули концентраторлар ҳақида фикрингиз?

3.Параболоид турдаги кичик қуёш печининг оптик хусусиятлари ҳақида нималарни биласиз?

4. 1 МВт қувватдаги катта қуёш печидаги концентратор (Паркент тумани) ҳақида маълумотингиз борми?

## **V.КЕЙСЛАР БАНКИ**

1. 2012 йилда Навои ИЭС да урнатилган 478 МВт Парогаз установкасани ишга туширганда Ўзбекистон Бирлашган Электр Тизимидаги узгариш ҳолатлири ва унинг генераторлар тургун ишлашларига тасири. Ўзбекистон электр тизими тургун еки тургунмас ишлашига шу Парогаз установкасани тасир курсатиши баҳолаш. Замонавий кулланиладиган программалардан шу масалаларни куриб чиқиш учун фойдаланиш.
2. Навои ИЭС да урнатилган 478 МВт Парогаз установкасани 2014 йилда аварий учирлиши. Бу урнатилган 478 МВт Парогаз установкасани учирлишига сабаб булган ходисаларни урганиб чиқиш ва шу вазиятларни кайтарилмасликка канака чора тадбирлар куриш кераклигини тахлил килиш.
3. 500 кВ Сирдаре ИЭС- Согдиана электр узатув линиясининг аварий учирлиши.1 (2015 йил). Бу электр узатув линиясининг аварий учирлиши сабаб булган ходисаларни урганиб чиқиш ва шу вазиятларни кайтарилмасликка канака чора тадбирлар куриш кераклигини тахлил килиш.
4. Талимарджан ИЭС генераторини аварий учирлишининг сабаблари (2014 йил). Бу урнатилган Парогаз установкасани учирлишига сабаб булган ходисаларни урганиб чиқиш ва шу вазиятларни кайтарилмасликка канака чора тадбирлар куриш кераклигини тахлил килиш.
5. Самарканд вилоятида лайхалаштирилган куеш электр станциядаги электр энергиясини саклаш муамолари ва бирлашган тизим билин паралел ишлаш муамоси. Ўзбекистон электр тизими тургун еки тургунмас ишлашига шу лайхалаштирилган куеш электр станцияси тасир курсатишини баҳолаш. Замонавий кулланиладиган программалардан шу масалаларни куриб чиқиш учун фойдаланиш.

## VII. ГЛОССАРИЙ

<p><b>Қуёший термодинамика электростанция</b></p> <p>Қуёш нурланиши энергиясидан иссиқлик манбаи сифатида фойдаланиб, термодинамик цикл ёрдамида аввал уни механик, кейин электр энергиясига айлантирувчи қуёший электр станция.</p>	<p>Solar thermodynamic</p>
<p><b>Қуёший фотоэлектрик электростанция</b></p> <p>Қуёш нурланиши энергиясини бевосита электр энергиясига айлантирувчи қуёший электр станция</p>	<p>Solar photovoltaic power plant</p>
<p><b>Минорали қуёший электростанция</b></p> <p>Оптик жамловчи гелиостатлар майдонидан акланган қуёш нурланишини минорага ўрнатилган қуёший қабул қилгичга йўналтирувчи қуёший электр станция.</p>	<p>Solar tower power plant</p>
<p><b>Икки контурли қуёший электростанция</b></p> <p>Ютилган қуёш нурланиши энергиясини биринчи контурдаги иссиқлик ташувчидан иссиқлик алмаштиргич орқали иккинчи контурга узатувчи термодинамик қуёший электр станция.</p>	<p>Double-loop solar power plant</p>
<p><b>Модулли қуёший электростанция</b></p> <p>Бир хил турдаги концентраторлар ва қуёш нурланиши энергиясини қабул қилгичларни ўз ичига олган такрорий тузилмали модул элементидан иборат қуёший электр станция.</p>	<p>Modular solar power plant</p>
<p><b>Қуёш нурланиши термохимёвий ўзгартириш цикли</b></p> <p>Қуёш энергиясидан эндотермик реакциянинг биринчи босқичдан сарфлаб, экзотермик реакциялар вақтида чиқадиган энергияни истеъмолчиларга узатишда кетма-кет амалга ошириладиган қайтар эндотермик ва экзотермик реакциялардан иборат қуёш нурланиши энергиясини ўзгариши цикли.</p>	<p>Thermochemical cycle conversion of solar radiation</p>
<p><b>Қуёш энергиясини қабул қилгич</b></p> <p>Жамланган қуёш нурланиши энергияси оқимини қабул қилувчи таркибий элемент.</p>	<p>Solar energy receiver</p>
<p><b>Оптикавий концентрациялаш тизими</b></p> <p>Бир ёки бирлашган жамлагичлардан ташкил топган қуёш энергияси қабул қилгичдан қуёш нурланиши энергиясини бевосита жамловчи тизим.</p>	<p>Optical concentrating</p>
<p><b>Қўзғули концентратор</b></p>	<p>Mirror concentra-</p>

Аксантирувчи (кўзгу) қопламали қуёш нурланиши жамлагич.	tor
<b>Параболацилиндрик концентратор</b> Ўзаро параллел силжувчи параболик ясовчидан иборат кўзгули қуёш нурланишини жамлагич.	Parabolic trough concentrator
<b>Параболик концентратор</b> Параболанинг ўз ўқига атрофида айланишдан ҳосил бўлган ясовчидан иборат кулгули шаклга эга аксантирувчи параболоцилиндрик жамлагич кўзгули қуёш нурланишини жамлагич.	Paraboloid concentrator
<b>Фатсет кўзгули концентратор</b> Умумий қайтарувчи юзани ташкил қилувчи алоҳида ойнали ясси ёки эгри чизиқли шаклдан ташкил топган, қуёш нурланишининг кўзгули жамлагичи.	Mirror facet concentrator
<b>Гелиостат</b> Қуёш нурланишини қабул қилгичга индивидуал йўналтирилган тик тушаётган қуёш нурланишини йўналтирувчи (қайтарувчи) оптик йиғувчи тизим ясси ёки фокусловчи элемент.	Heliostat
<b>Гелиостатлар майдони</b> Қуёш нурланишини қабул қилгичга нисбатан турлича жойлаштирилган гелиостатлардан ташкил топган оптик жамловчи тизим.	Heliostats field
<b>Вакуумли қабул қилгич</b> Қуёш нурларини ютувчи юзаси шаффоф қобикли хавоси сийраклаштирилган (вакуумланган) муҳитда жойлашган қуёш нурланишини қабул қилгич.	Evacuated receiver
<b>4.16. Марказий қабул қилгич</b> Минорали қуёший электростанцияларидаги қуёш нурланишини қабул қилгич.	Central receiver
<b>Бўшлиқли қуёш нурланишни қабул қилгич</b> Нур ютувчи сирти бўшлиқ шаклида бўлган, қуёш нурланишини жамлагич.	Cavity-type receiver of solar radiation
<b>Қуёший буғ генератори</b> Буғ ҳосил қилиши жараёни юз берадиган термодинамик қуёш электр станция элементи.	Solar steam generator

<p><b>Қуёший экономайзер</b></p> <p>Қуёший буғ генераторига узатилишдан олдин, иссиқлик ташувчининг бошланғич қиздирилишини амалга оширувчи термодинамик қуёший электр станция элементи.</p>	Solar economizer
<p><b>Энергияни жамлаш тизими</b></p> <p>Термодинамик қуёш электр станцияларида иссиқлик энергиясини ва фотоэлектрик қуёш электростанцияларида электр энергиясини жамловчи тизим.</p>	Energy storage system
<p><b>Кўзгули концентратор кузатиш тизими</b></p> <p>Тушаётган қуёш нурланишини қуёш энергияси қабул қилгичга йўналтирилиши учун концентратор ёки концентраторлар тизимини қуёш ҳаракатига мос равишда ҳаракатлантирувчи (айлантирувчи) тизим.</p>	Tracking system of mirror concentrator
<p><b>Оптикавий бергич</b></p> <p>Оптик жамлагичли тизимнинг қуёш нурланишини қабул қилгичга мос фокусировкалашни бажарувчи механизмларга сигнал етказиб берувчи кузатиш тизим элементи.</p>	Optical sensor
<p><b>Қуёший электростанциянинг фойдали иш коэффициент (ФИК)</b></p> <p>Ҳосил қилинган электростанциянинг шу вақт давомида тик тушувчи қуёш нурлари сиртга нисбатан проекция ташкил қилувчи сиртга тушган қуёш нурланиши энергиясига нисбати.</p>	Solar power plant efficiency
<p><b>Оптикавий ФИК</b></p> <p>Тўғри тушувчи Қуёш нурланиши энергияси оқимининг қуёш нурлари тик тушувчи сиртга нисбатан проекция ташкил қилувчи оптик жамловчи тизим сиртига тушаётган қуёш нурланиши энергияси оқимига нисбати.</p>	Optical efficiency
<p><b>Ёруғлик дастасининг апертура бурчаги</b></p> <p>Қуёш нурланиши жамлагичидан қайтган нурнинг коник ёруғлик даста четидан нурлар орасидаги бурчак.</p>	Aperture angle
<p><b>Фотоэлектрик модул</b></p> <p>Ўзаро электрик боғланган фотоэлектрик қуёш элементларини конструктив бирлаштирувчи ва ташқи исьтемомолчига уланиш учун чиқиш клеммаларига эга қурилма.</p>	Photovoltaic (PV) module
<p><b>Концентрацияловчи фотоэлектрик модул</b></p>	Concentrating PV



<p>Куёш энергияси концентратори ва фотоэлектрик модулни ўз ичига олган конструктив тўлик қурилма.</p>	<p>module</p>
<p><b>Мужассамлашган фотоэлектрик модул</b></p> <p>Куёший элементлардан фойдаланиши мумкин бўлган иссиқликни олиб чиқувчи тизимга эга бўлган фотоэлектрик модуль.</p>	<p>Combined photo-voltaic (PV) module for production of heat and electricity</p>
<p><b>Куёший фотоэлектрик массив</b></p> <p>Ўзаро боғланган электр ва механик фотоэлектрик модуллар.</p>	<p>Solar photovoltaic (PV) array</p>
<p><b>Тиргак конструкция</b></p> <p>Куёш батареясининг фазовий жойлашувини таъминловчи қурилма</p>	<p>Support structure</p>
<p><b>уёш ҳаракатини кузатувчи қурилма</b></p> <p>Куёшнинг кўзга кўринадиган кўчишини кузатиш учун куёш батареясининг бурилишини таъминловчи қурилма.</p>	<p>Solar tracker</p>
<p><b>Фотоэлектрик қурилманинг куёш ҳаракатини кузатиш тизими</b></p> <p>Куёший фотоэлектрик батареянинг таянч-бурилиш йўналишига нисбатан қурилманинг ишлашини таъминлаб берувчи механизм ва қурилмалар мажмуи.</p>	<p>Tracking system of photovoltaic plant</p>
<p><b>Куёший элементларни совитиш тизими</b></p> <p>Фотоэлектрик куёший элемент тавсифларини стабиллаш мақсадида ундан иссиқликни олиб чиқиш тизими.</p>	<p>Cooling system of solar cells</p>
<p><b>Куёший элемент, модул ва массивнинг фойдали иш коэффициентлари (ФИК)</b></p> <p>Куёший элемент, модул, батарея электр қувватининг мос равишда куёший элемент, модул. Батарея сиртларининг куёш энергияси оқим зичлигининг юзавий майдонига қўпайтмаларига нисбати.</p>	<p>Efficiency of solar cell, module, array</p>
<p><b>Куёший элемент, модул ва массивнинг Вольт-Ампер характеристикаси</b></p> <p>Тушаётган куёш нурланиши жадаллиги (интенсивлиги) ва куёший элементи ҳароратининг домий қийматларида куёший фотоэлектрик элемент, модул, куёш батареяларининг клеммаларидаги кучланиш ва ток юкламаси орасидаги боғлиқлик.</p>	<p>Voltage - current characteristics of solar cell, module, array</p>
<p><b>Ток ва кучланишнинг ҳароратий коэффициентлари</b></p> <p>Ҳарорати 1<sup>0</sup>С га ўзгарганда куёший элементнинг кучланиши ва</p>	<p>Temperature coefficients of current,</p>

токнинг ўзгаришини тавсифловчи қиймат.	voltage
<p><b>Қуёший элемент, модул ва массивни синаш стандарт шартлари</b></p> <p>Қуёший энергияси оқимининг юзавий зичлиги <math>1000 \text{ Wt/m}^2</math> ва фотоэлектрик қуёш элементининг ҳарорати <math>(25+2)^{\circ}\text{C}</math> қилиб белгилаб қўйилган синов шартлари.</p>	Standard test conditions for solar cell, module, array
<p><b>Қуёший элемент, модул, массив ва электростанциялар максимал қуввати</b></p> <p>Стандарт синов шароитларида фотоэлектрик қуёший элемент, модуль батарея ва станцияларнинг чўққи (энг юқори) қуввати.</p>	Peak power of solar cell, module, array, power plant
<p><b>Фотоэлектрик қуёший элемент, модул, массив ва электростанцияларнинг максимал қуввати</b></p> <p>Фотоэлектрик қуёший элемент, модуль, батарея ва станцияларнинг берилган вольт-ампер тавсифларида қуёший катталиги кучланишнинг қуввати.</p>	Maximum power of photovoltaic solar cell, module, array, power plant
<p><b>Қуёший иссиқ сув таъминоти тизими</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда истеъмолчининг иссиқ сув таъминоти юкласини қисман ёки тўлиқ қопланишни таъминловчи тизим.</p>	Solar hot-water supply system
<p><b>Актив қуёший иситиш тизими</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда истеъмолчининг иситиш юкласини қисман ёки тўлиқ қоплаш мақсадида иссиқлик ташувчининг қуёш коллекторларида иситиш тизими.</p>	Active solar heating system
<p><b>Пассив қуёший иситиш тизими</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда истеъмолчининг иситиш юкласини қисман ёки тўлиқ қоплаш учун қуёш коллекторлари ва махсус асбоб-ускуналар қўлланилмаган, қуёш энергияси жамловчиси ва қабул қилувчи сифатида бино ёки иморатнинг конструктив элементларидан фойдаланувчи тизим.</p>	Passive solar heating system
<p><b>Қуёший иситиш тизими</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда истеъмолчининг иситиш ва иссиқ сув таъминоти юкласини қисман ёки тўлиқ қопловчи тизим.</p>	Solar heating system
<p><b>Қуёший совутиш тизими</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда истеъмолчининг совутиш</p>	Solar cooling system

юкламасини қисман ёки тўлиқ қопловчи тизим.	
<p><b>Қуёший иситиш ва совутиш тизими</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда истеъмолчининг иситиш, иссиқ сув таъминоти ва совутиш юкламасини қисман ёки тўлиқ қопловчи тизим.</p>	Solar heating and cooling system
<p><b>Бир контурли қуёший иситиш тизими</b></p> <p>Қуёший коллекторларда қиздирилган иссиқлик ташувчи истеъмолчига бевосита ёки иссиқлик жамловчи орқали етказиб берувчи тизим.</p>	One-loop solar heating system
<p><b>Икки контурли қуёший иситиш тизими</b></p> <p>Қуёший коллекторлардан ҳосил қилинган иссиқликни иссиқлик алмашинуви қурилмаси орқали истеъмолчига бевосита ёки иссиқлик жамловчи орқали етказиб берувчи тизими.</p>	Double-loop heating system
<p><b>Термосифон қуёший иситиш тизими</b></p> <p>Қуёший коллекторлардан иссиқлик олинишини иссиқлик ташувчининг табиий ҳарорати орқали амалга оширувчи тизим.</p>	Thermosyphon solar heating system
<p><b>Қуёший иситиш тизимининг ёрдамчи қиздиргичи</b></p> <p>Қуёший иссиқлик таъминоти тизими билан биргаликда ишлаётган ва иссиқлик юкламасини анъанавий иссиқлик энергияси манбаи.</p>	Auxiliary heater of solar heating system
<p><b>Қуёший иситиш тизимининг иссиқлик унумдорлиги</b></p> <p>Қуёший иссиқлик таъминоти тизими орқали истеъмолчига қайд қилинган вақт оралиғида (соат, сутка, ой, йил) етказиб берилган иссиқлик миқдори.</p>	Capacity of solar heating system
<p><b>Қуёший иситиш тизимининг солиштира иссиқлик унумдорлиги</b></p> <p>Қуёший коллекторларнинг бирлик мойдонига келтирилган, қайд қилинган вақт оралиғида (соат, сутка, ой, йил) қуёший иссиқлик таъминоти тизими томонидан ҳосил қилинган иссиқлик миқдори.</p>	Specific capacity of solar heating system
<p><b>Қуёший иссиқлик таъминоти тизимининг иссиқлик юкламасини қоплаш коэффиценти</b></p> <p>Қуёш энергиясидан фойдаланиш ҳисобига истеъмолчи иссиқлик юкламасининг қопланган қисми.</p>	Function of heat load supplied by solar heating system
<p><b>Ясси қуёший коллектори</b></p> <p>Ясси нур ютувчи панелга эга шаффоф қопламали қуёший</p>	Flat-plate solar collector

коллектор.	
<b>Суюқлик қиздирувчи қуёший коллектор</b> Суюқ иссиқлик ташувчи муҳитларни қиздирувчи қуёший коллектор.	Liquid heater solar collector
<b>Ҳаво қиздирувчи қуёший коллектор</b> Ҳавони қиздирувчи қуёший коллектор.	Air heater solar collector
<b>Оқимчали қуёший коллектор</b> Ўзи орқали ҳаракатланаётган иссиқлик ташувчи муҳитни қиздирувчи қуёший коллектор.	Flowing-type solar collector
<b>Иссиқ сув жамловчи қуёший коллектор</b> Ўзини тўлғазиб турувчи ҳаракатланаётган иссиқлик ташувчи муҳитни қиздирувчи қуёший коллектор.	Hot water storage type solar collector
<b>Вакуумли қувурсимон қуёший коллектор</b> Нур ютувчи панели ҳавоси сийраклашган (вакуумланган) шаффоф трубка билан ҳимояланган муҳитда жойлашган қуёший коллектор.	Evacuated tube solar collector
<b>Нур ютувчи панел</b> Қуёший коллекторнинг тушаётган қуёш нурларини ютиб иссиқлик энергиясини айлантириб берувчи конструктив элемент.	Absorber plate
<b>Қуёш коллекторнинг шаффоф қопламали изоляцияси</b> Қуёш нурларини ютувчи панелнинг устида жойлашган ва унинг атроф муҳитга иссиқлик йўқотишларни камайтирувчи шаффоф қоплама ёки қопламалар тизими.	Transparent cover insulation of solar collector
<b>Нур ютувчи панелнинг майдони</b> Ютувчи панелнинг сиртига тик тушаётган қуёш нурланиши билан ёритилган юзаси.	Area of absorber plate
<b>Қуёший коллекторнинг иссиқлик унумдорлиги</b> Бирлик вақти ичида коллекторда ҳосил қилинган иссиқлик миқдори (соат, кун, ой, йил).	Solar collector heating capacity
<b>Қуёший коллекторнинг ФИК</b> Коллекторнинг бирлик вақт ичидаги иссиқлик унумдорлигининг коллектор бирлик вақт ичида коллектор сиртига келиб тушаётган қуёш нурланиши энергиясига нисбати.	Solar collector efficiency

<p><b>Қуёший коллекторнинг оний ФИК</b></p> <p>Вақт нолга интилаётганда коллекторнинг иссиқлик унумдорлигининг коллектор сиртига келиб тушаётган қуёш энергиясига нисбати.</p>	<p>Solar collector instantaneous efficiency</p>
<p><b>Қуёший коллекторнинг оптик ФИК</b></p> <p>Қуёший коллектор сиртига тушаётган қуёш нурланишига нисбати.</p>	<p>Optical efficiency solar collector</p>
<p><b>Қуёший коллекторнинг умумий иссиқлик йўқотиш коэффиценти</b></p> <p>Нур ютувчи панел ва ташқи муҳит фарқи <math>1^{\circ}\text{C}</math> бўлганда коллекторнинг бирлик юзасига келтирилган иссиқлик оқими.</p>	<p>Solar collector overall heat-loss coefficient</p>
<p><b>Шаффоф қоплама орқали иссиқлик йўқотиш коэффицент</b></p> <p>Нур ютувчи панел ва муҳит фарқи <math>1^{\circ}\text{C}</math> бўлгандаги, коллектор шаффоф қопламасининг бирлик юзаси орқали атроф муҳитга бераётган иссиқлик оқими.</p>	<p>Heat-loss coefficient through transparent cover</p>
<p><b>Нур ютувчи панелнинг самарадорлик коэффицент</b></p> <p>Қуёший коллекторнинг ҳақиқий иссиқлик самарадорлигининг коллектор нур ютувчи панелининг ҳамма иссиқлик қаршиликлари нолга тенг бўлган ҳолдаги иссиқлик самарадорлигига нисбати билан аниқланадиган ва нур ютувчи панель сиртидан иссиқлик ташувчи муҳитга иссиқлик бериш самарадорлигини тавсифловчи қиймат.</p>	<p>Absorbing panel efficiency coefficient</p>
<p><b>Қуёший коллектордан иссиқликни олиб кетиш коэффиценти</b></p> <p>Қуёший коллекторнинг унга кираётган иссиқлик ташувчи муҳитнинг ҳароратига тенг бўлгандаги иссиқлик унумдорлигининг ҳақиқий иссиқлик самарадорлигига нисбатан.</p>	<p>Solar collector heat removal coefficient</p>
<p><b>Иссиқлик ташувчи муҳитнинг солиштирма сарфи</b></p> <p>Бирлик вақт оралиғида коллекторнинг бирлик фронтал юзасига келтирилган иссиқлик ташувчи муҳит сарфи.</p>	<p>Specific flowrate of heat transfer fluid</p>
<p><b>Мувозанатий ҳарорат</b></p> <p>Қуёший коллектор орқали иссиқлик ташувчи муҳитнинг ҳаракатланмаган ҳолдаги барқарор ёки квазибарқарор шароитдаги ютувчи панелнинг циркуляция мавжуд бўлмагандаги стационар ёки квазистационар шароитлардаги нур ютувчи панел сиртининг ҳарорати.</p>	<p>Equilibrium temperature</p>

## АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

### I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш оstonасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамыз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

### II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимида бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва

ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон фармони.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

### Ш. Махсус адабиётлар

22. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика// Учебное пособие для Вузов. Москва. Идательский дом МЭИ. 2008.
23. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015
24. A.K. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.
25. К.Р. Аллаев Электроэнергетика Узбекистана и мира. – Т.: “Фан ва технология”, 2009.-464 с.
26. М.Н. Турсунов, А. Т. Мамадалимов Яримўтказгичлар Қуёш энергияси физикаси ва технологияси// Ташкент.ЎЗМУ, ўқув қўлланма.2002.-96 б.
- 8.Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
27. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // Методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
28. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
29. E.B. Saitov, I.A. Yuldoshev Quyosh panellarini oʻrnatish, sozlash va ishlatish// Oʻquv qoʻllanma. Toshkent. “Noshir” nashriyoti, 2017 y.
- 30.Н.В. Харченко Индивидуальные солнечные установки// - М.:Энергоатомиздат,1991.-208 с.
31. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
32. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124
33. И.А. Юлдошев Комбинированные энергоустановки на основе фотоэлектрических батарей из кристаллического кремния// диссертация на соискание ученое степени доктора технических наук. ФТИ, НПО “Физика-Солнце” АН РУз. 2016. С.219
- 34Т.Т.Рискиев, М.Н.Турсунов, Э.Т.Абдуллаев, «Фотоэлектрические станции, интегрированные в действующую сеть электроснабжения», «Энерго- и ресурсо-сбережение», 2015 г., №1-2, с. 187-193 .
- 35.Патент на промышленный образец № SAP 01413 от 22.04.2015. Фотоэлектрическая установка с принудительным охлаждением. Турсунов М.Н, Собиров Х, Юлдошев И.А, Комолов И.М. Расмий ахборотнома.29.02.2016. № 2.
- 36.М.Н. Турсунов., В.Г. Дыскин., Б.М. Турдиев, И.А. Юлдошев. Влияние конвективного теплообмена на температуру солнечной фотоэлектрической батареи //Гелиотехника. 2014. №4. С. 34-37.
- 37М. N. Tursunov., V.G. Dyskin., I.A Yuldashev., Kh. Sobirov., Park Jeong Hwoan. A//Applied Solar Energy. 2015. v.51. pp. 163-164.



38.Х.К. Зайнутдинова Использование солнечной энергии в Узбекистане: вопросы рынков и маркетинга//Ташкент:Фан, 2015.-336 с.

39.В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалиева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов// . – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. – 90 с.

40.Ляшков В.И, Кузьмин С.Н Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии// Учебное пособие для студентов теплоэнергетических специальностей вузов. Издательство ТГТУ – Томбов. 2003. – С.9

### **Интернет ресурслари**

1. <http://alternativenergy.ru>
2. <http://www.energy-bio.ru>
3. [www.viecosolar.com](http://www.viecosolar.com)
4. [www.unisolar.com.ua](http://www.unisolar.com.ua)
5. [www.solarvalley.org](http://www.solarvalley.org)
6. [www.polpred.com](http://www.polpred.com)
7. [www.solar.newtel.ru](http://www.solar.newtel.ru)