

# **COURSE: Electrical Safety for Electrical Engineers.**

## **Week 14. Function of Protective Neutral Re-Earthing**

**Abdulloev  
Bakhtiyor  
Tolibjonovich**

**Institute of energy  
of Tajikistan**

# Курс: Бехатарии электрикӣ барои муҳандис барқчиён

Функсияи Заминвасл муҳофизатии нейтрал  
(сабабҳои садамаҳо, омили инсонӣ, усулҳои  
пешгирӣ)

Абдуллоев  
Бахтиёр  
Толибҷонович

Донишқадаи энергетикӣ  
Тоҷикистон

# Нақшаи лексия

## 1. Муқаддима

- Заминвасли муҳофизатии нейтрал
- Вазифаи заминвасли такрорӣ ноқили сифрии муҳофизатӣ
- Сабабҳои ҳолатҳои садамавӣ дар шабакаҳои барқӣ
- Усулҳои пешгирии ҳолатҳои садамавӣ дар шабакаҳои барқӣ

## 2. Хулосаи лексия

**Заминваслмуҳофизатии нейтрал** — унсури бунёдии системаи беҳатарии барқӣ мебошад, ки дар электроэнергетика барои паст кардани хатари осеб дидани инсон аз чараёни барқ, маҳдуд намудани баландшавии шиддат (перенапряжения) ва таъмин намудани кори боэътимоди дастгоҳҳои муҳофизатӣ истифода мешавад.

Дар шабакаҳои барқии се-ноқила (трех-провод) танаи дастгоҳҳои барқӣ тавассути ноқили заминвасл ба дастгоҳи заминвасл пайваст карда мешавад. Муқовимати электрикии қисми инсон ( $R_{ч}$ ) на камтар аз 1000 Ом мебошад. Муқовимати дастгоҳи заминвасл ( $R_0$ ) бояд на бештар аз 4 Ом бошад.

Дар чунин ҳолат, шахсе, ки ба танаи дастгоҳи зери шиддат ламс мекунад, ба таври параллел ба муқовимати хурди заминвасли муҳофизатӣ пайваст мегардад. Азбаски қувваи ҷараён ба муқовимат баръакс мутаносиб аст, қисми асосии ҷараён аз тариқи занҷири заминвасл мегузарад ва тавассути қисми инсон ҷараёне мегузарад, ки барои ҳаёт ва саломатии ӯ хатарнок нест.

**Насби заминвасли муҳофизатӣ-** контури заминвасли муҳофизатӣ, одатан, дар шакли электродҳои амудии ба замин кӯфташуда иҷро карда мешавад, ки байни ҳам тавассути ноқилҳои (полоса) уфуқӣ пайваст гардида, бо ёрии ноқили пайвасткунанда ба қуттии барқӣ васл карда мешаванд. Электродҳои амудӣ, ҳамчун қоида, аз кунҷҳои пӯлодин бо андозаи  $5 \times 5 \times 0,5$  см омода карда мешаванд. Электродҳои уфуқӣ бошанд, аз пӯлоди тасмашакл бо андозаи  $4 \times 40$  мм сохта мешаванд. Ноқили пайвасткунанда, одатан, аз прутҳои гирдаи пӯлодин бо қутраш  $8-10$  мм<sup>2</sup> интихоб мегардад.

Заминвасли такрорӣ ноқили сифрии муҳофизатӣ барои паст намудани хатари барқӣ дар ҳолатҳои фавқулода аҳамияти муҳим дорад. Ҳангоми канда шудани тасодуфии ноқили сифрии муҳофизатӣ ва ба корпус пайваст гардидани ноқили фаза пас аз нуқтаи сифрӣ (дар ҳолати набудани заминвасли такрорӣ), шиддат нисбат ба замин дар қисми ноқили сифрии муҳофизатӣ пас аз ҷойи кандашавӣ, инчунин дар ҳамаи танаҳои ба он пайвастшуда, аз ҷумла танаҳои дастгоҳҳои коршоям, ба арзиши шиддати фазаи шабака наздик мегардад.

Дар чунин шароит, шиддати зикршуда метавонад муддати тӯлонӣ нигоҳ дошта шавад, зеро дастгоҳи осебдида худкор аз шабака ҷудо намегардад. Илова бар ин, муайян намудани дастгоҳи вайроншуда дар байни дастгоҳҳои коршоям мушкил буда, хомӯш кардани он ба таври дастӣ талаб карда мешавад, ки ин ҳолат сатҳи хавфи истифодаи таҷҳизоти барқиро зиёд менамояд.

Нейтрал — нуқтаи умумии пайвастшавии печҳои фазавии манбаи барқ (масалан, трансформатор ё генератор) ба ҳисоб меравад. Дар системаҳои сефазай, дар ҳолати сарбории симметрӣ, он ба потенциали сифр мувофиқ мебошад. Ҳангоми заминвасли нейтрал, пайвасти электрикӣ байни нуқтаи нейтрал ва замин тавассути дастгоҳи заминвасл бо муқовимати ( $R_3$ ) ба вуҷуд оварда мешавад.

Ин амал имконият медиҳад:

- устувор намудани потенциали нейтрал ба қимати наздик ба сифр;
- таъмин намудани басташавии занҷири чараён ҳангоми вайроншавиҳо;
- фароҳам овардани шароит барои кори дурусти ҷимояҳо.

## **Формулаҳои асосии электрикӣ дар ҳолатҳои РК.**

Ҳангоми ба расиш ба замин дар фаза, чараён мувофиқи қонуни Ом муайян карда мешавад:

$$I_z = U_f / Z_{\text{петли}} \quad (1)$$

ки дар он:

$I_z$  — чараёни расиш ба замин;

$U$  — шиддати фазавӣ;

$Z$  — муқовимати пурраи ҳалқаи «фаза–замин».

Шиддати ламс (прикосновение) чунин муайян мегардад:

$$U_{пр} = I_з \cdot R_з \quad (2)$$

ки дар он: ( $R_з$ ) — муқовимати дастгоҳи заминвасл мебошад.

Қобили қайд аст, ки ҳар қадар қимати ( $R_з$ ) камтар бошад, ҳамон қадар шиддати хатарнок дар танаи таҷҳизот пасттар мегардад, ки ин ба баланд шудани сатҳи бехатарии электрикӣ мусоидат менамояд.

**Хусусиятҳо:**

- чараёни расиш ба замин хурд буда, хусусияти иқтидорӣ (емкостӣ) дорад;
- имконияти кори шабака ҳангоми расиши якфаза ба замин нигоҳ дошта мешавад;
- шиддат дар фазаҳои осебнадида зиёд мегардад.

$$U_f \rightarrow U_l (3)$$

(шиддати фазавӣ ба шиддати ҳаттӣ баробар мегардад)

**Хусусиятҳо:**

- чараёни расиши калон;
- зуд хомӯш шудани осеб;
- сатҳи баланди беҳатарӣ.

Чараёни расиш (КЗ):

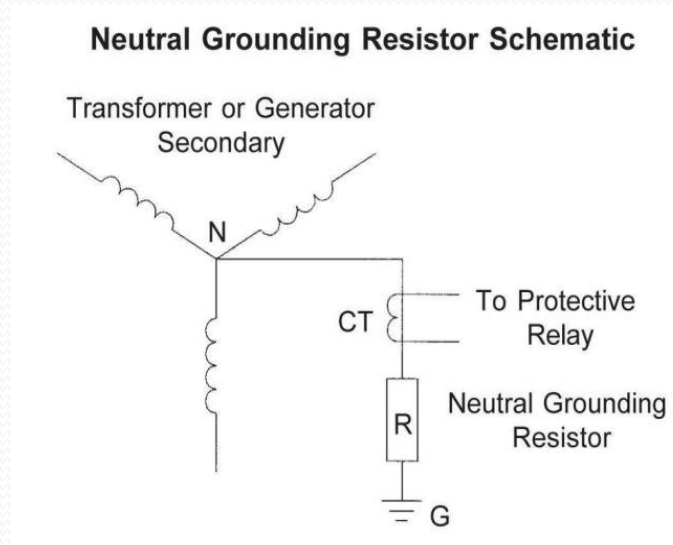
**$I_{кз} \gg I_{нагрузки}$  (4)**

Барои маҳдуд намудани чараён муқовимати (R) истифода бурда мешавад:

$$I_s = \frac{U_{\phi}}{R + Z} \quad (5)$$

**Афзалиятҳо:**

- коҳиш ёфтани осебҳои гармӣ;
- кам шудани аз шиддатҳои камонӣ (дугавӣ).



*Расм 1. Системаи заминвасл бо муқовимати маҳдудкунанда.*

## **Нақши заминvasли муҳофизатии нейтрал**

Заминvasли муҳофизатии нейтрал яке аз унсурҳои асосии таъмини беҳатарии электрикӣ ба ҳисоб меравад ва барои ташаккули шароити боэътимоди кори дастгоҳҳои химоявӣ хизмат мекунад.

**Таъмини ба кор даромадани химоя-барои хомӯшшавии боэътимоди қисмати осебдида иҷрои шарти зерин зарур мебошад:**

$$I_z \geq I_{cr} \quad (6)$$

ки дар он ( $I_{cr}$ — чараёни ба кордарории дастгоҳи муҳофизатӣ мебошад.

## **Маҳдуд намудани шиддати ламс (прикосновение)**

Қимати беҳатар:

$$U_{пр} \leq 50 \text{ В} \quad (7)$$

(барои шароити муқаррарӣ)

## **Танзими шиддатҳо**

Заминвасли нейтрал пешгирӣ менамояд:

- қойивазшавии нуқтаи нейтрал;
- асимметрияи шиддатҳо;
- аз шиддатҳои ғавқулзиёдшавӣ.

### **Заминвасли муҳофизатии нейтрал:**

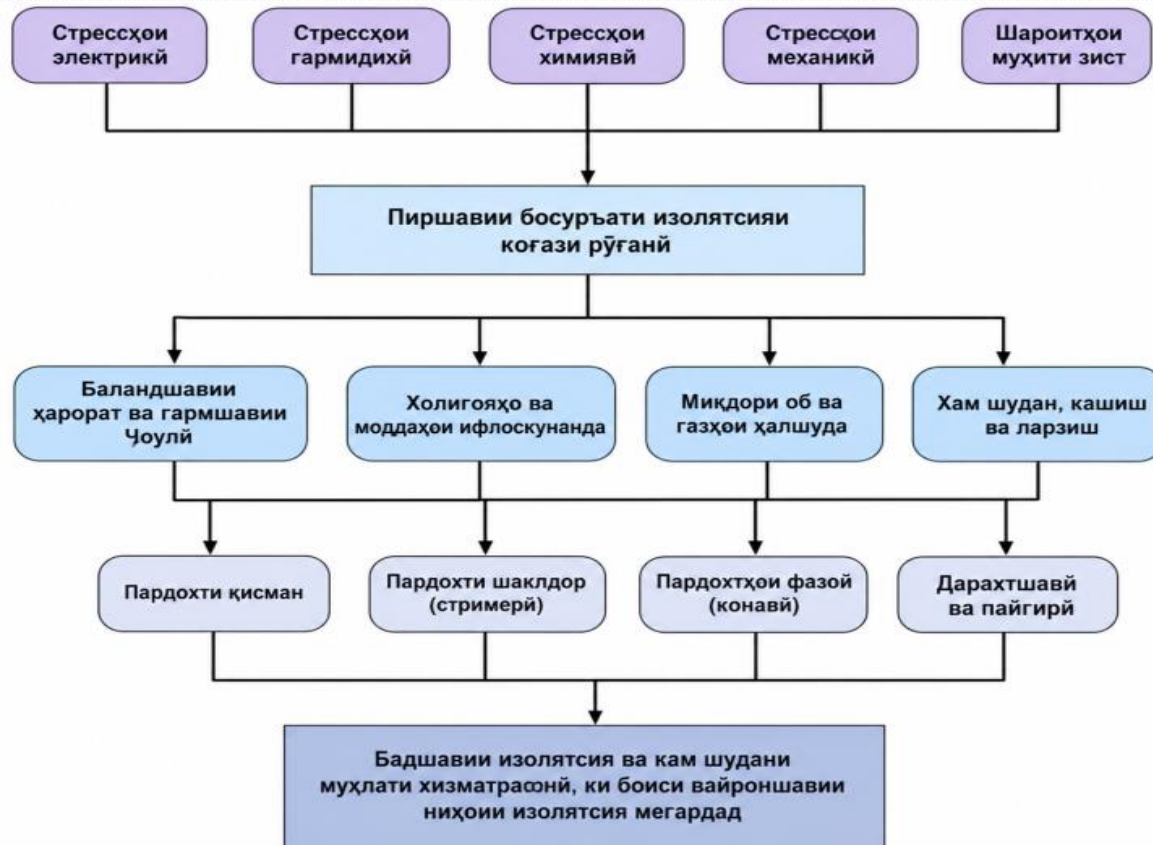
- шароити бехатарии истифодаи таҷҳизотро фароҳам меорад;
- кори дастгоҳҳои муҳофизатиро таъмин менамояд;
- эҳтимолияти ҳолатҳои садамавиро коҳиш медиҳад;
- режимҳои кори шабакаро устувор мегардонад.

### **Самаранокии система аз омилҳои зерин вобаста аст:**

- қимати муқовимати заминвасл;
- интихоби дурусти режими нейтрал;
- сифати ҳимояи релей.

Ҳолатҳои садамавӣ дар системаҳои электроэнергетикӣ вайроншавии речаи муқаррарии корро ифода менамоянд, ки ба хомӯшшавӣ, осеб дидани таҷхизот ё ба вучуд омадани хатар барои ҳаёти одамон оварда мерасонанд. Сабабҳои асосии чунин ҳолатҳоро метавон ба ду гурӯҳ ҷудо намуд: техникӣ ва истифодабарӣ (эксплуатационӣ).

**Сабабҳои техникий ҳолатҳои садамавӣ-ин сабабҳои техникий ба ҳолати физикии таҷҳизот, равандҳои дохили шабакаи барқӣ ва таъсири беруна вобаста мебошанд.**



Расм 2. Сабабҳои ҳолатҳои садамавӣ дар системаҳои электроэнергетикӣ (ЭЭС).

Нуксонҳои инкишофёбанда:

- Разрядҳои қисмӣ
- Разрядҳои стримерӣ
- Зарядҳои ҳачмӣ
- Разрядҳои дарахтшакл (древовидӣ) ва трекинг

**Расм 3. Изолятори осебдида (сӯрохшавии Оиқ)**

Натиҷа:

- Деградацияи изолятсия ва коҳиши муҳлати хизмат, ки дар ниҳоят ба шикасти (пробои) пурраи изолятсия оварда мерасонад.



*Расми 3. Изолятори осебдида (сӯрохшавии Оиқ). Аз муаллиф: бо истифода аз зеҳни сунъи (AI) сохта шудааст.*

Оиқ унсури асосие мебошад, ки ҷудошавии қисмҳои ҷараёнгузарро таъмин мекунад. Особ дидани он яке аз сабабҳои маъмултарини ҳолатҳои садамавӣ мебошад.

### **Сабабҳои вайроншавии Оиқ:**

- куҳнашавӣ (термикӣ, электрикӣ);
- таъсири намӣ;
- осебҳои механикӣ;
- ифлосшавӣ;
- разрядҳои қисман.

**Моҳияти физикӣ:** Кам шудани муқовимати Оиқ боиси ихроҷи ҷараён мегардад.

$$I_{\text{ут}} = \frac{U}{R_{\text{из}}} \quad (6)$$

Ҳангоми кам шудани ( $R_{\text{из}}$ ) ҷараёни ихроҷ зиёд мегардад, ки метавонад ба сӯрохшавӣ оварда расонад.

**Оқибатҳо:**

- расиш;
- осеб дидани инсон аз ҷараёни барқ;
- сӯхтор.

## **Фавқулшиддатҳо (перенапряжения)**

Фавқулшиддатҳо — ин баландшавии кӯтоҳмуддати шиддат аз сатҳи иҷозатдодашуда мебошад.

### **Намудҳо:**

- атмосферӣ (барқ — молния);
- коммутационӣ (дар вақти васл/чудо кардан);
- резонансӣ.

### **Хатар:**

- сӯрохшавии Оиқ;
- осеб дидани трансформаторҳо ва кабелҳо;
- аз қор баромадани электроника.

### Мисол:

Ҳангоми зарбаи барқ (молния) шиддат метавонад даҳҳо маротиба аз шиддати номиналӣ зиёд шавад.

**Расишҳои кӯтоҳ** Расиш (КЗ) — ин пайваستшавии қисмҳои чараёнгузар бо муқовимати хурд мебошад.

### Намудҳои КЗ:

- якфаза ба замин;
- дуфаза;
- сефаза.

Чараёни расиш:

### Хатарҳо:

- вайроншавии гармии ноқилҳо;
- қувваҳои электродинамикӣ;
- ба вучуд омадани камон (дуга).

$$I_{\text{кз}} = \frac{U}{Z_{\text{сети}}} \quad (7)$$

ки дар он ( $Z_{\text{сети}}$ ) — муқовимати умумии занҷир мебошад.

## **Сабабҳои эксплуатационии ҳолатҳои садамавӣ**

Сабабҳои эксплуатационӣ ба омили инсонӣ ва ташкили кор вобаста мебошанд.

Набудани хизматрасонии техникӣ; Мушкилот ҳангоми набудани ТО:

- ошкор нашудани нуқсонҳо;
- бадшавии Оиқ;
- суст шудани контактҳо;
- чамъшавии ифлосиҳо.

**Мисол:**

Контакти нокифоя мустаҳкамшуда муқовиматро зиёд мекунад:

$$P = I^2 R \quad (8)$$

Ин ба гармшавӣ ва эҳтимоли ба вучуд омадани сӯхтор оварда мерасонад.

Борбардории зиёдатӣ ҳангоми аз меъёр зиёд шудани қувва ба вучуд меояд.

**Сабабҳо:**

- ҳисобкунии нодурусти сарборӣ;
- пайваст намудани таҷҳизоти иловагӣ;
- режимҳои садамавӣ.

## **Ҳатоҳои кормандон (омили инсонӣ)**

Гарчанде ки ин категорияи алоҳида мебошад, он бо истифодабарӣ зич алоқаманд аст.

### **Ҳатоҳои асосӣ:**

- гузаришҳои нодуруст;
- хомӯш кардани ҷимояҳо;
- кор дар зери шиддат бе риояи чораҳои бехатарӣ;
- ташҳиси нодуруст.

## **Сабабҳо:**

- нокифоя будани сатҳи тахассус;
- хастагӣ;
- вайрон кардани дастурҳо.

Алоқамандии сабабҳои ҳолатҳои садамавӣ. Дар амал, ҳолатҳои садамавӣ кам ҳолат доранд, ки танҳо як сабаб дошта бошанд.

## **Мисоли занҷираи сабабҳо:**

1. Пиршавии Оиқ (сабаби техникӣ)
2. Набудани ташхис (сабаби эксплуатационӣ)
3. Борбардории зиёдати
4. Расиш → ҳолати садамавӣ

## **Хулоса**

Сабабҳои асосии ҳолатҳои садамавиرو метавон ба таври зерин чамъбаст намуд:

<b>Категория</b>	<b>Сабабҳо</b>
<b>Техникӣ</b>	Оиқ, расиш (КЗ), фавқулшиддатҳо
<b>Эксплуатационӣ</b>	борбардории зиёдатӣ, набудани хизматрасонии техникӣ (ТО)
<b>Омили инсонӣ</b>	хатоҳои кормандон

Пешгирии ҳолатҳои садамавӣ дар системаҳои электроэнергетикӣ ба равиши комплексӣ асос меёбад, ки усулҳои техникӣ, ташкилӣ ва интеллектуалии муосирро дар бар мегирад. Истифодаи якҷояи онҳо имкон медиҳад, ки хатари осеб дидани таҷҳизот, қатъшавии таъминоти барқ ва таҳдид ба ҳаёти одамон ба таври назаррас коҳиш дода шавад. Тадбирҳои техникӣ ба ошкорсозии худкор ва бартараф намудани режимҳои садамавӣ равона шудаанд.

## **Ҳимояи электрикӣ (ҳимояи релей)**

Ҳимояи релей (РЗА) — ин маҷмӯи дастгоҳҳо мебошад, ки барои муайян намудани ҳолатҳои садамавӣ ва ба таври худкор хомӯш кардани қисми осебдида пешбинӣ шудааст.

### **Вазифаҳои асосӣ:**

- муайян намудани Расишҳои кутоҳ;
- хомӯш кардани қисматҳои садамавӣ;
- пешгирии рушди минбаъдаи садама.

**Шарти кори боэътимод:**

$$I_{k3} \geq I_{cp} \quad (10)$$

ки дар он ( $I_{cp}$ ) — чараёни ба кордарории ҳимоя мебошад.

**Намудҳои ҳимоя:**

- чараёнӣ;
- дифференциалӣ;
- фосилавӣ;
- газӣ (барои трансформаторҳо).

## **Дастгоҳҳои хомӯшкунии муҳофизатӣ (УЗО)**

УЗО (RCD) ба чараёни ихроҷ вокуниш нишон дода, таъминоти барқро хомӯш мекунад.

### **Принсипи кор:**

$$I_{\Delta} = I_{\text{фаза}} - I_{\text{ноль}} \quad (11)$$

Агар  $I_{\text{порог}}$ , хомӯшшавӣ ба амал меояд.

### **Таъинот:**

- ҳифзи инсон аз осеби чараёни барқ;
- пешгирии сӯхтор;
- назорати ихроҷҳо.

Системаи заминвасл бояд муқовимати паст дошта бошад.

**Талаби асосӣ:**

$$R_3 \leq R_{доп} \quad (12)$$

(вобаста ба меъёрҳо ва шиддати шабака)

**Усулҳои назорат:**

- ченкуниҳои даврӣ;
- муоинаи визуалӣ;
- мониторинги онлайн.

### **Усулҳои ташкилӣ**

Тадбирҳои ташкилӣ ба коҳиш додани таъсири омили инсонӣ равона шудаанд.

### **Омӯзиши кормандон**

Кормандони соҳибхтисос — асоси истифодабарии беҳатар мебошанд.

### **Дар бар мегирад:**

- омӯзиши беҳатарии электрикӣ;
- машқҳо оид ба бартарафсозии ҳолатҳои садамавӣ;
- баланд бардоштани таҳассус.

**Натиҷа:**

- коҳиш ёфтани хатогихо;
- амалҳои дуруст ҳангоми садама.

**Дастурҳо ва регламентҳо**

Дастурҳои дақиқ стандарткунонии амалҳоро таъмин мекунанд.

**Ҳуҷҷатҳои асосӣ:**

- қоидаҳои истифодабарии техникӣ;
- дастурҳо оид ба гузаришҳо;
- нақшаҳои бартарафсозии ҳолатҳои садамавӣ.

**Тадбирҳои ҳатмӣ:**

- иҷозат ба кор;
- расмиятдарории иҷозатномаи кор (наряд-допуск);
- назорати иҷрои амалиётҳо.

Лексияи мазкур ба аҳамият ва нақши заминвасли муҳофизатии нейтрал дар таъмини бехатарии электрикӣ бахшида шудааст. Дар он нишон дода мешавад, ки заминвасл ҳамчун унсури калидӣ барои паст намудани хатари осеби инсон аз чараёни барқ, маҳдуд кардани шиддатҳои хатарнок ва таъмин намудани кори боэътимоди дастгоҳҳои ҷимоявӣ хизмат мекунад. Принсипи асосӣ дар он аст, ки ҳангоми расиши чараён қисми зиёди он тавассути занҷири заминвасл гузашта, таъсири он ба инсон кам мегардад.

Дар охир, усулҳои пешгирии ҳолатҳои садамавӣ пешниҳод мегарданд, ки ба тадбирҳои техникӣ (ҷимояи релей, УЗО, назорати заминвасл) ва ташкилӣ (омӯзиши кормандон, риояи дастурҳо ва регламентҳо) таъя мекунанд. Истифодаи муносибати комплексӣ имконият медиҳад, ки сатҳи бехатарӣ баланд бардошта шуда, эътимоднокии системаҳои электроэнергетикӣ таъмин гардад.

# Адабиёт

1. Шкрабак, В. С., и А. В. Луковников. *Бехатарии ҳаёт дар истеҳсолоти кишоварзӣ*. Москва: КолосС, 2004.
2. Абдуллозода, Р. Т., и Б. Т. Абдуллоев. *Асосҳои бехатарии электрикӣ: дастури методӣ барои машғулиятҳои озмоишӣ. Қисми 1*. Душанбе: ДТТ ба номи академик М. С. Осимӣ, 2021.
3. Абдуллозода, Р. Т., Д. Д. Давлатшоев, Ш. С. Саъдуллозода, Ҷ. Б. Раҳимов, И. Т. Абдуллоев, А. И. Сидоров, И. С. Окраинская, и Н. В. Глотова. *Асосҳои бехатарии электрикӣ: тарҷума аз забони русӣ*. Душанбе: ҶДММ «Истиқлол-2019», 2019.
4. Овчаренко, А. Г., и С. Л. Раско. *Бехатарии барқ ҳангоми истифодаи иншооти электрикӣ: дастури таълимӣ*. Бийск: Алтайский государственный технический университет (БТИ), 2008.
5. Монахов, А. Ф. *Тадбирҳои бехатарии электрикӣ дар иншооти электрикӣ: китоби дарсӣ барои курсҳои тақмили ихтисос ва донишҷӯёни ихтисоси муҳандисии электрикӣ*. 2008.



**ТАШАККУР!**