

Mathematical Problems of Electric Power Systems

**WEEK 13 - BASIC CONCEPTS OF PROBABILITY THEORY
APPLICATIONS IN POWER ENGINEERING PROBLEMS.**

Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi

Lecturer

(Shohin Jurazoda)

**МАФҲУМҲОИ АСОСИИ ТАТБИҚИ
НАЗАРИЯИ ЭҲТИМОЛИЯТ ДАР
МАСЪАЛАҲОИ МУҲАНДИСИИ
ЭНЕРГЕТИКӢ**

Мундариҷаи лексия:

1. Мавҳумҳои асосӣ оид ба истифода намудани усулҳои назарияи эҳтимолият дар масъалаҳои электроэнергетикӣ.
2. Ҳодисаҳои тасодуфӣ.
3. Мафҳумҳои асосии татбиқи усулҳои назарияи эҳтимолият дар масъалаҳои электроэнергетика.
4. Адабиёт.

Мавҳумҳои асосӣ оид ба истифода намудани усулҳои назарияи эҳтимолият дар масъалаҳои электроэнергетикӣ. *Назарияи эҳтимолият* – ин илмӣ математикӣ буда, қонуниятҳои ҳодисаҳои ногаҳон, бузургҳои ногаҳонӣ (тасодуфӣ) ва функсияҳои ногаҳониро меомӯзад. Маънои ибораи ”ногаҳонӣ” – ро нисбат ба ҳодисаҳо, бузургҳо ва функсияҳо дида мебароем.

Ҳар як ҳодисаи дар олам ба вучуд меомада натиҷаи чараёни шумораи зиёди дигар ҳодисаҳо мебошад, ки ба эҳтимолияти бавучудоии ҳодисаи мазкур таъсир мерасонанд. Ҳодисаи ногаҳон гуфта, чунин ҳодисаро мегуянд, ки дар шароитҳои маълум ё иҷро мешаванд ва ё иҷро намешаванд. Нисбат ба ин, ҳодисае, ки ҳатман иҷро мешавад ҳодисаи саҳеҳ ном дорад ва ҳодисае, ки иҷро намешавад ҳодисаи номумкин ном дорад [1].

Бузургии ногаҳон ва ё тасодуфӣ бузургист, ки дар натиҷаи таҷриба ин ва ё он қиматро мегирад ва ин қимат пешакӣ маълум нест. Байни бузургии тасодуфӣ ва ҳодисаи тасодуфӣ робитаи зич вучуд дорад. Агар ба ҳар як ҳодисаи тасодуфӣ ягон бузургиро мувофиқ намудан мумкин бошад, пас пайдоиши ин ё он ҳодисаи тасодуфӣ ба ин ё он бузургии тасодуфӣ мувофиқат мекунад. Ҳамчун бузургии тасодуфӣ инчунин шумораи ҳодисаҳои тасодуфии якҷинсаро дар як муддати муайяни вақт қабул кардан мумкин аст. Бузургҳои тасодуфӣ аз бузургҳои муқаррарӣ (ғайритасодуфӣ) бо он фарқ мекунанд, ки дар ҳолатҳои гуногун (ё озмоишҳо) қиматҳои онҳо метавонанд гуногун бошанд. Аммо ҳамаи бузургҳои тасодуфӣ тобеи ин ва ё он қонуниятҳои объективӣ мебошанд. Масалан, онҳо метавонанд соҳаҳои маҳдуди қиматҳои имконпазир дошта бошанд; қиматҳои гуногуни бузургҳои тасодуфӣ

метавонанд эҳтимолиятҳои гуногун дошта бошанд. Қайд мекунем, ки ба катори бузургиҳои тасодуфӣ чунин бузургиҳо ба монанди хатогҳои ченкунӣ, хатогҳои пешгӯӣ ва ғайра дохил шуда метавонанд.

Функсияи тасодуфӣ ва ё ногаҳонӣ бузургиест, ки ҳангоми тағйир ёфтани аргумент ба таври тасодуфӣ тағйир меёбад. Бафарқ аз функсияи муқаррарӣ (ғайритасодуфӣ), ки дар қимати муайяни аргумент қиматиҳои муайян дорад, функсияи тасодуфӣ дар қимати додашудаи аргумент бузургии тасодуфӣ мебошад, яъне метавонад қиматҳои гуногунро бо эҳтимолияти гуногун онҳо дошта бошад.

Ҳодисаҳои тасодуфӣ. Дар энергетика ҳодисаҳои ногаҳон низ ҳамчун дар дигар соҳаҳои фаъолияти инсон ҷой доранд. СЭЭ шумораи бисёри дастгоҳҳои техникӣ: ҷӣ истеҳсолкунанда ва ҷӣ интиқолдиҳандаро якҷоя менамояд, асосан шумораи таҷҳизоти табдилдиҳандаи энергияро доро мебошанд. Табиатан маълум аст, ки шароити қорӣ қариб тамоми таҷҳизоти дар СЭЭ буда, аз ҳамдигар фарқ менамоянд ва аз нуқтаи назари СЭЭ чун характери ногаҳони мутлақ ном мегиранд. Масалан, ин ё он дастгоҳи истеъмолкунандагон (муҳаррик, ҷароғи электрикӣ, асбоби гармкунӣ) метавонад тасодуфан ба шабакаи электрикӣ ё пайвасти шавад ва ё хомуш карда шавад. Дар натиҷаи ба ҳамдигар зам шудани чунин ҳодисаҳои тасодуфӣ ин ё он бузургии талаботи энергияи электрикӣ дар СЭЭ ба даст меояд, ки аз маҷмӯи ҳодисаҳои тасодуфӣ вобаста аст. Зарарҳои садамавии элементҳои алоҳидаи СЭЭ (деғҳои буғӣ, турбинаҳо, генераторҳо, трансформаторҳо, хатҳои интиқоли барқ) ё пастшавии иқтидори ба система додашаванда (бо сабаби қухна ва фарсуда шудани элементҳо ва ғайра) ҳодисаҳои тасодуфӣ мебошанд, ки дар натиҷаи зам шудани шумораи зиёди шароитҳои номусоид ба вучуд меоянд. Зарарҳои садамавии таҷҳизот дар сурати набудани захираи қоғи иқтидори манбаъҳои истеҳсолкунанда метавонанд зарурати танаффусҳоро дар таъмини барқи қисми дастгоҳҳои истеъмолкунандагон ба вучуд оранд. Ҳамин тариқ, шартҳои асосии қорӣ СЭЭ, яъне шартҳои, ки бузургиҳои талаботи умумии иқтидорро дар СЭЭ ва иқтидори умумии дастрасро барои пӯшонидани он муайян

мекунанд, дар навбати худ бо шумораи зиёди ҳодисаҳои тасодуфӣ муайян карда мешаванд. Танҳо бо донишони хусусиятҳои эҳтимолии чунин ҳодисаҳои тасодуфӣ, метавон қимати умумии талабот, қимати захираи зарурии иқтидор ва ғайраро дуруст муайян намуд.

Дар энергетика ҳангоми ҳалли масъалаҳои оптимизатсионӣ (), яъне интиҳоби қарорҳои беҳтарин, истифодаи хусусиятҳои эҳтимолии падидаҳои тасодуфӣ хеле муҳим аст. Масалан, эҳтимоднокии таъминоти барқи истеъмолкунандагони алоҳида аз ҳодисаҳои тасодуфӣ вобаста аст. Муайян намудани он вобаста ба зарарҳои садамавии таҷҳизоте, ки тавассути он истеъмолкунанда бо энергияи электрикӣ таъмин мешавад. Нақшаи таъминоти истеъмолкунандаро метавон ё бештар эҳтимоднок (таъминоти бисёрқарата) ё камэҳтимод (таъминоти якқарата) интиҳоб кард. Аён аст, ки нақшаи оптималӣ (беҳтарин) ба ҳадди ақали хароҷоти хочагии халқ мувофиқат мекунад. Барои ёфтани ин ҳадди ақал, на танҳо хароҷот барои бунёди ин ё он нақшаи таъминоти барқ, балки зарари эҳтимолӣ аз танаффусҳои таъминоти барқ барои ҳар як нақшаи баррасишаванда низ бояд баҳо дода мешавад. Муайян намудани зарари эҳтимолӣ бе истифодаи усулҳои назарияи эҳтимолият ғайриимкон аст.

Ду усули муайян намудани эҳтимолияти ҳодисаи тасодуфӣ вучуд дорад: *классикӣ* ва *оморӣ*.

Таърифи *классикӣ* ё ҳисобкунии эҳтимолият танҳо дар он сурат татбиқ карда мешавад, ки агар ҳодисаҳои тасодуфӣ омӯхташаванда ба ном гурӯҳи пурраи ҳодисаҳои чуфт – чуфт номувофиқ ва баробаримконро ташкил диҳанд. Ҳодисаҳои, ки чунин гурӯҳро ташкил медиҳанд, *ҳолатҳо* номида мешаванд. Ин маънои онро дорад, ки як ҳодиса вобаста ба маҷмӯи ҳодисаҳои тасодуфӣ бояд ҳатман рух диҳад, яъне пайдоиши ҳадди аққал як ҳодиса саҳеҳ аст. Илова бар ин, ду ҳодиса аз ин гурӯҳ наметавонанд якҷоя ба вучуд оянд ва ҳама гуна ҳодиса аз ин гурӯҳ эҳтимолияти якхела дорад. Дар ин ҳолат, эҳтимолият ба таносуби шумораи ҳолатҳои, ки дар он, ин ҳодиса ба вуқӯъ мепайвандад, ба шумораи умумии ҳолатҳои имконпазир баробар ҳисобида мешавад. Тавре ки аз ин таъриф бармеояд, мафҳуми таърифи классикии эҳтимолият метавонад

кам истифода шавад, зеро одатан дар амалия шумораи умумии ҳолатҳо ва инчунин шумораи ҳолатҳои «мусоид», вақте ки ин ҳодиса рух медиҳад, ҳисоб карда намешавад. Илова бар ин, фарзияи баробаримкони ин ё он ҳодисаҳои ин гурӯҳ на ҳамеша исбот карда мешавад. Аз ин рӯ, дар энергетика одатан танҳо аз таърифи омории эҳтимолият истифода баранд.

Таърифи омории эҳтимолият, тавре ки аз номаш бармеояд, ба маводҳои омории асос ёфтааст. Ҳангоми мушоҳидаи ягон ҳодисаи тасодуфӣ ё гузаронидани озмоишҳои дахлдор, метавон басомади нисбии пайдоиши ин ҳодисаро муайян кард. Бо шумораи кофӣ қисми зиёди мушоҳидаҳо ё озмоишҳо, басомади нисбии пайдоиши ҳодиса дар атрофи ягон бузургии доимӣ тағйир меёбад, ки он *эҳтимолияти омории ин ҳодисаи тасодуфӣ* номида мешавад. Онро дар сурати гузаронидани шумораи зиёди мушоҳидаҳо ё озмоишҳо бо дақиқии кофӣ муайян кардан мумкин аст. Ҳамин тариқ, эҳтимолияти ҳодисаи тасодуфӣ танҳо дар асоси маводҳои омории муайян карда мешавад. Дар сурати набудани чунин маводҳо, инчунин дар шумораи ками озмоишҳо ё мушоҳидаҳо, муайян кардани эҳтимолияти омории ҳодисаи тасодуфӣ ҳатто тахминан ғайриимкон аст. Табиист, ки омори математикӣ, ки қонунҳои коркарди маводҳои омориро меомӯзад, як қисми назарияи эҳтимолият мебошад. Аз муқаррароти дар боло зикршуда бармеояд, ки истифодаи дастгоҳи назарияи эҳтимолият барои ҳалли ҳама гуна масъалаҳои амалӣ бе доштани маводи омории ибтидоии ҳаҷмаш кофӣ имконпазир нест.

Ҳодисаҳои ногаҳонии гуногун бо ҳарфҳои калони латинӣ A , B , C ишора карда мешаванд, ҳодисаи саҳеҳ бо ҳарфи U ва ҳодисаи ғайриимкон бо ҳарфи V ишора карда мешаванд.

Алоқаҳои гуногуни ҳодисаҳои ногаҳонӣ ва ишораи рамзии онҳо чунин мебошанд [1]:

- 1) $A \supset B$. Ҳодисаи A дар B мавҷуд мебошад, яъне агар ҳодисаи A ба вуҷуд ояд, ҳатман ҳодисаи B низ ба вуҷуд меояд;
- 2) $A = B$. Ҳодисаи A ба вуҷуд меояд, агар ҳодисаи B ба вуҷуд ояд ва баръакс;

3) $A \cdot B$. Ҳодисаҳои A ва B якҷоя ба вуҷуд меоянд;
4) $A + B$. Ё ҳодисаи A ва ё ҳодисаи B ба вуҷуд меояд, ё инки ҳарду дар як вақт (ҳади ақал яке аз ҳодисаҳо ба вуҷуд меояд);

5) $A - B$. Ҳодисаи A ба вуҷуд меояд, аммо ҳодисаи B ба вуҷуд намеояд;

6) \bar{A} – ҳодисаи ба A муқобил мебошад. Агар A ба вуҷуд ояд, онгоҳ \bar{A} ба вуҷуд намеояд ва баръакс. Бо вуҷуди ин $A + \bar{A}$ мебошад, яъне яке аз ҳодисаҳо ҳатман ба вуҷуд меояд. Ба ғайр аз ин, $A \cdot \bar{A} = V$ мебошад, яъне A ва \bar{A} дар як вақт наметавонанд ба вуҷуд оянд;

7) $AB=V$. Ҳодисаҳои A ва B номувофиқ мебошанд, яъне дар як вақт ба вуҷуд омада наметавонанд. Фарқи байни ҳодисаҳои номувофиқ аз муқобил дар он аст, ки ҳодисаҳои номувофиқ метавонанд ба вуҷуд наоянд;

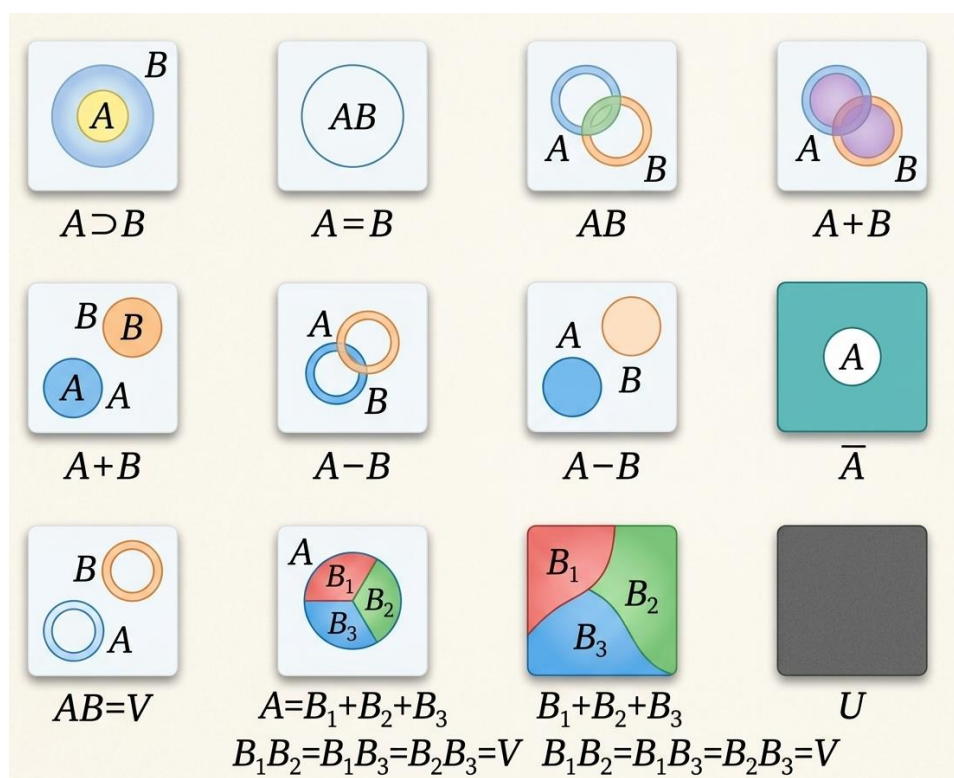
8) $A = B_1 + B_2 + B_3$ и $B_1B_2 = B_1B_3 = B_2B_3 = V$. Ҳодисаи A ба ҳолатҳои ҷузъӣ ҷудо мешавад: B_1 , B_2 ва B_3 , ки онҳо ҷуфтани номувофиқ мебошанд. Ҳодисаи A метавонанд тамоман ба вуҷуд наояд;

9) $B_1 + B_2 + B_3 = U$ и $B_1B_2 = B_1B_3 = B_2B_3 = V$. Гуруҳи пурраи ҳодисаҳои номувофиқ мебошад. Яке аз онҳо ҳатман ба вуҷуд меояд.

Тасвири аёнии графикаи робитаҳои зикршуда байни ҳодисаҳои тасодуфӣ дар расми 13.1 оварда шудааст, ки дар он ба ҳамаи ҳолатҳои баррасишуда ба квадрате, ки масоҳаташ ба як баробар мувофиқат мекунад. Дар масоҳати ин квадрат ба таври ихтиёрӣ нуқтае гузошта мешавад, ки ба ягон ҳолати мушаххас мувофиқ аст. Агар нуқта ба ҳудуди A афтад, пас ҳодисаи A рух медиҳад. Агар он берун аз ҳудуди A афтад, пас ҳодисаи A рух намедиҳад (масоҳати ҳудуди A эҳтимолияти ҳодисаи A – ро тавсиф мекунад). Қисми рангкардашудаи квадрат ба ҳодиса мувофиқат мекунад.

Минбаъд эҳтимолияти ҳодисаи A – ро тавассути $P(A)$ ишора мекунем. Ду ҳодисаи тасодуфӣ, масалан A ва B , он гоҳ озод (новобаста) ҳисобида мешаванд, агар фарорасии яке аз онҳо ба эҳтимолияти фарорасии дигаре таъсир нарасонад, дар ҳолати баръакс бошад, ҳодисаи вобаста ҳисобида мешаванд. Одатан дар энергетика на эҳтимолиятҳои ҳодисаҳои оддӣ тасодуфиро, балки ҳодисаҳои мураккаби тасодуфиро, ки таркиби як қатор ҳодисаҳои оддӣ

мебошанд, омӯхтан лозим меояд. Муайян кардани эҳтимолияти ҳодисаи мураккаб тавассути қиматҳои маълуми эҳтимолияти ҳодисаҳои оддӣ дар асоси ба ном қонунҳои эҳтимолияти ҳодисаҳои мураккаб сурат мегирад.



Расми 13.1. Ҳолатҳои имконпазири ба вуқӯъ омадан ва наомадани ҳодисаҳои A ва B

Барои ҳодисаҳои тасодуфии новобаста ин қонунҳо ба тариқи зайл навишта мешаванд:

1. Эҳтимолияти пайдоиши ҳадди аққал яке аз ду ҳодисаи тасодуфии новобаста ва номувофиқи A ва B ба маҷмӯи эҳтимолиятҳои ин ҳодисаҳо баробар аст. Пайдоиши яке аз ду ҳодисаи тасодуфии A ва B ба таври рамзӣ бо ҷамъи онҳо $A + B$ ишора карда мешавад:

$$P(A + B) = P(A) + P(B). \quad (13.1)$$

2. Эҳтимолияти пайдоиши ҳадди аққал яке аз ду ҳодисаи тасодуфии новобаста ва мувофиқ метавонад ҳамчун зерин навишта шавад:

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(A \cdot B). \quad (13.2)$$

3. Эҳтимолияти пайдоиши якҷояи ду ҳодисаи номувофиқи A ва B ба сифр баробар аст. Пайдоиши ҳамзамони ду ҳодисаи A ва B ба таври рамзӣ бо ҳосили зарби онҳо $A \cdot B$ ишора карда мешавад. Дар ин ҳолат:

$$P(A \cdot B) = 0. \quad (13.3)$$

4. Эҳтимолияти пайдоиши якҷояи ду ҳодисаи новобаста ва мувофиқ ба ҳосили зарби эҳтимолиятҳои онҳо баробар мебошад:

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B); \quad (13.4)$$

5. Ҷамъи эҳтимолиятҳои ҳодисаҳои муқобил ба як баробар аст. Ҳодисаи муқобил ба ҳодисаи додашудаи A ҳамеша рух медиҳад, агар ҳодисаи A рух надиҳад, ва ҳамеша рух намедиҳад, агар ҳодисаи A ба вуқӯъ ояд, яъне:

$$P(\bar{A}) + P(A) = 1 \quad (13.5)$$

Эҳтимолияти ба вуқӯъ омадани ҳодисаҳои муқобил:

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A). \quad (13.6)$$

Истифодаи қонунҳои зикршударо дар энергетика баррасӣ мекунем. Зарарҳо ва ё осеби садамавии таҷҳизот ҳодисаҳои тасодуфӣ мебошанд. Ҳангоми шумораи зиёди агрегатҳои нерӯгоҳҳои электрикӣ (НЭ) ва элементҳои шабакаҳои электрикӣ, вайроншавии баъзе дастгоҳҳо метавонад бо вайроншавии дастгоҳҳои дигар ҳамҷоя шавад. Масъалаи муайян кардани эҳтимолияти вайроншавии ҳамзамони ду, се ва зиёда дастгоҳҳо (агрегатҳо) ё элементҳои шабака ба миён меояд. Дар як қатор ҳолатҳо инчунин муайян кардан лозим аст, ки эҳтимолияти аз кор набаромадани ягон элементи СЭЭ чой надошта бошад, чӣ қадар аст? Зеро ин бузургӣ эътимоднокии кори тамоми таҷҳизоти СЭЭ – ро тавсиф мекунад. Ин масъалаҳо одатан ҳангоми зарурати интихоби қарори беҳтарине, ки барои таъмини ё эътимоднокии кори СЭЭ (интихоби захираи оптималии иқтидор) ё эътимоднокии таъминоти истеъмолкунандагони алоҳида (интихоби нақшаи оптималии таъмини барқи истеъмолкунанда), ё устувории СЭЭ (интихоби сатҳи оптималии устуворӣ) алоқаманданд, ба миён меоянд. Дар ҳамаи ин ҳолатҳо аз кор баромадани ҳар як элементи алоҳида, ҳамчун ҳодисаҳои тасодуфӣ новобаста ва мувофиқ баррасӣ карда мешаванд. Эҳтимолияти ҳар яки онҳо метавонад ҳамчун эҳтимолияти омӯрӣ дар асоси мушоҳидаи тӯлонӣ аз болои садамаҳои ин ё он таҷҳизоти якхела муайян карда шавад.

Мисоли 13.1. Таъмини энергияи электрикии хонаи истиқоматӣ метавонад бо ёрии генератор ва ё тавассути трансформатор таъмин карда шавад. Бо сабаби ягон нофаҳмӣ рӯзи оянда дар муҳлати аз соати 12:00 то 12:30 қатъ гардидани генератор ва хомӯш кардани трансформатор мутаносибан дар муддати 20 ва 15 дақиқа ба нақша гирифта шудааст. Эҳтимолияти онро ёбед, ки барои таъминоти энергияи электрикии хона танаффус (қатъшавӣ) ба вучуд меояд ё не?

Ҳал. Танаффусро барои таъминоти энергияи электрикии хона бо ҳарфи A ишора мекунем. Ба вуқӯъ омадан ва ё наомадани он аз ду параметр вобаста аст: x – лаҳзаи қатъшавии генератор ва y – лаҳзаи хомӯшшавии трансформатор. Он гоҳ натиҷаи элементарие, ки метавонад бо ҳодисаи A ҳамроҳ шавад, ҳамчун нуқтаи E бо координатаҳои $(x; y)$ дар ҳамвории $x - y$ тасвир кардан мумкин аст (расми 13.2). Барои шуруъ намудани ҳисоб лаҳзаи 12:00 ва барои воҳиди ченкунӣ – дақиқаро қабул мекунем. Фазои Ω – и ҳамаи натиҷаҳои имконпазири E , ки бо хомӯш кардани генератор ва трансформатор алоқаманданд, квадратест бо тарафҳои 30 дақиқагӣ (расми 13.2) маҳдуд карда шудааст [2].

Ҳодисаи A танҳо он вақт ба амал меояд, ки генератор ва трансформатор дар як вақт хомӯш карда шаванд. Ин шартро дар намуди системаи нобаробариҳо навиштан мумкин аст:

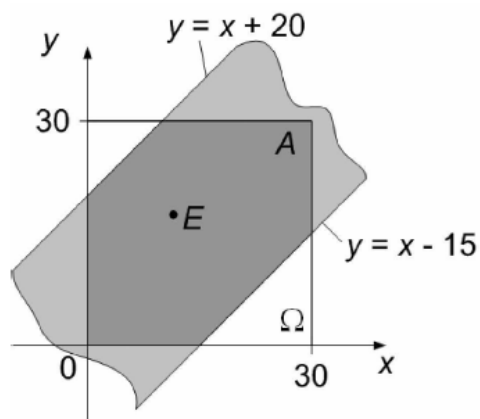
$$\begin{cases} x - y \leq 15; \\ y - x \leq 20. \end{cases}$$

Нобаробарии яқум ба ҳолате мувофиқ аст, ки аввал трансформатор аз кор мебарояд ва дуҷум – вақте ки аввал генератор қатъ мегардад. Ба ин система дар расми 13.2 масоҳати байни хатҳои рости мувофиқ рост меояд. Ҳодисаи A ба буриши ин масоҳат бо масоҳати квадрати Ω мувофиқат мекунад. Масоҳатҳои худудҳои Ω ва A :

$$S_{\Omega} = 30 \times 30 = 900, \quad S_A = S_{\Omega} - (15 \times 15 / 2 + 10 \times 10 / 2) = 900 - 162,5 = 737,5.$$

Он гоҳ мувофиқи формулаи зерин эҳтимолият баробар аст:

$$P(E \in A) = S_A / S_{\Omega} = 737,5 / 900 = 0,819.$$



Расми 13.2

Мафҳумҳои асосии татбиқи усулҳои назарияи эҳтимолият дар масъалаҳои электроэнергетика. Ба *бузургиҳои тасодуфӣ* дар энергетика чунин параметрҳои муҳими реча, ба монанди талаботи иқтидори электрикӣ ва энергия, майлқунии басомад ва шиддат дар шабакаҳои электрикӣ аз қиматҳои номиналӣ, иқтидори имконпазири нерӯгоҳҳои электрикӣ, иқтидори агрегатҳо дар таъмири садамавибуда, давомнокии кори бесадама ва таъмири садамавии агрегатҳои алоҳида, тазйиқи об дар нерӯгоҳҳои барқӣ-обӣ ва ғайраҳо дохил мешаванд. Дониستاني қонуниятҳои тағйирёбии ин бузургиҳои тасодуфӣ ҳам ҳангоми лоиҳакашӣ ва ҳам дар раванди истифодабарии СЭЭ зарур аст. Асоси омӯзиши онҳоро маводи оморӣ ва усулҳои назарияи эҳтимолият ташкил медиҳанд.

Пеш аз баррасии бузургиҳои тасодуфӣ дар энергетика, дар усулҳои тавсифи қонуниятҳои онҳо таваққуф мекунем. Бузургиҳои тасодуфиро ба ду синф ҷудо кардан мумкин аст: дискретӣ ва бефосила. Бузургии тасодуфии дискретӣ метавонад танҳо қиматҳои дискретиро (парокандаро) қабул намояд, масалан, шумораи агрегатҳое, ки бинобар садама аз кор баромадаанд. Ин шумора дар фосилаи маҳдуд охиринок аст. Қиматҳои бузургиҳои тасодуфии бефосила метавонанд ба таври бефосила тағйир ёбанд, яъне ҳатто дар фосилаҳои маҳдуд чунин бузургиҳо метавонанд шумораи калони беохирӣ қиматҳоро дошта бошанд, масалан, ҳатогии пешгӯии талаботи умумии иқтидор ва ғайра. Барои бузургиҳои тасодуфии дискретӣ тақсимооти эҳтимолияти қиматҳои гуногуни онҳо метавонад ба таври соддатарин бо ёрии

чадвалҳои тақсимот дода шавад, ки дар онҳо дар сатри болоӣ ҳамаи қиматҳои қабулкунандаи ин бузургии тасодуфии дискретӣ ва дар сатри поёнӣ – эҳтимолияти қиматҳои ба онҳо мувофиқ нишон дода мешаванд. Маълум аст, ки маҷмӯи эҳтимолиятҳо бояд ба як баробар бошад, агар ин бузургии тасодуфӣ ҳамеша яке аз қиматҳои имконпазирро қабул кунад.

Қонуни тақсимои эҳтимолиятҳои бузургиҳои тасодуфии бифосиларо дар намуди чадвал пешниҳод кардан ғайриимкон аст, зеро шумораи қиматҳои чунин бузургиҳои тасодуфӣ ҳатто дар фосилаи маҳдуд беохир аст. Илова бар ин, эҳтимолияти гирифтани ягон қимати муайян ба сифр баробар аст. Дар назари аввал ин тааҷҷубовар (парадоксалӣ) менамояд. Агар бузургии тасодуфии бифосила дар ягон фосилаи маҳдуд дода шуда бошад ва эҳтимолияти ҳама гуна қимати он дар ин фосила ба сифр баробар бошад, пас умуман чунин бузургӣ гӯё дар тамоми ин фосила ягон қимат дошта наметавонад. Охир эҳтимолияти ба сифр баробар будани ин эҳтимолияти ҳодисаи ғайриимкон мебошад. Аммо дар ин, ягон ҷои тааҷҷуб нест ва агар дақиқтар гӯем, эҳтимолияти он ки ягон бузургии тасодуфии бифосила ягон қимати муайян дорад, бениҳоят хурд аст. Таърифи классикии эҳтимолиятро ҳамчун таносуби шумораи ҳолатҳои, ки дар онҳо ҳодисаи M ба вуқӯъ мепайвандад, ба шумораи умумии ҳолатҳои N ба хотир меорем.

Ҳамчун ҳодиса қабул кардани қимати муайянро аз ҷониби бузургии тасодуфӣ меҳисобем. Он гоҳ $M = 1$, аммо шумораи умумии чунин ҳолатҳо ҳатто дар фосилаи маҳдуд ба беохирӣ баробар аст, зеро шумораи қиматҳои имконпазир бениҳоят калон аст, аз ин рӯ, $N = \infty$. Эҳтимолияти аз ҷониби бузургии тасодуфӣ қабул кардани қимати муайян аз рӯи формулаи эҳтимолияти классикии $1/\infty = 0$, яъне беохир қимати хурдро доро мебошад. Дар ин ҳолат қимати сифрии эҳтимолияти афтидан ба нуқтаи муайян на бо ғайриимкон будани худ ҳодиса (набудани ҳолатҳои, ки он метавонад ба вуқӯъ пайвандад), балки бо шумораи беохир калони ҳолатҳои имконпазир вобаста аст. Аз ин рӯ, барои бузургиҳои тасодуфии бифосила эҳтимолияти афтидан на ба нуқта, балки ба ягон фосила муайян карда мешавад. Ин фосиларо, бо вучуди

ин, ба қадри дилхоҳ хурд қабул кардан мумкин аст. Бояд хотиррасон кард, ки дақиқ чен кардани ягон бузургӣ амалан ғайриимкон аст, бинобар ин ченкуниро дар ягон фосила мегузаронанд.

Барои баҳодиҳии миқдории эҳтимолиятҳои ҳам бузургҳои тасодуфии бефосила ва ҳам дискретӣ, функцияи $F(x)$ – ро дохил мекунанд, ки аз рӯи таъриф ба эҳтимолияти он баробар аст, ки ин бузургии тасодуфии η (бефосила ё дискретӣ) ба фосилаи қиматҳо аз $-\infty$ то ягон қимати x меафтад, яъне он аз x хурдтар аст:

$$F(x) = P(-\infty \leq \eta \leq x). \quad (13.7)$$

Барои муайян намудани функцияи тақсимотии бузургии тасодуфии дискретӣ, қадвалҳои тақсимотро бо иҷрои ҷамъкунии эҳтимолиятҳо аз ҷаф ба рост истифода бурдан мумкин аст.

Барои бузургҳои тасодуфии бефосила ҳангоми имконпазир будан функцияи тақсимотӣ ба таври аналитикӣ дода мешавад ва агар имконнопазир бошад, пас ба таври графикӣ дода мешавад. Аз рӯи функцияи тақсимотии додашуда эҳтимолияти ба фосилаи муайяни қиматҳои (x_1, x_2) афтидани бузургии тасодуфиро ҳисоб кардан мумкин аст. Агар қиматҳои $F(x_1)$ ва $F(x_2)$ барои бузургии тасодуфии η маълум бошанд, пас эҳтимолияти ҷустуҷӯшавандаи афтидан ба фосила чунин аст

$$P(x_1 \leq \eta < x_2) = F(x_2) - F(x_1), \quad (13.8)$$

яъне барои муайян кардани эҳтимолияти афтидани бузургии тасодуфии бефосилаи η ба фосилаи (x_1, x_2) , ки дар он $x_1 < x_2$ аст, гирифтани фарқиати функцияҳои тақсимот дар қиматҳои x_2 ва x_1 кифоя мебошад.

Қонуни тақсимоти эҳтимолияти бузургҳои тасодуфии бефосила метавонад на бо додани функцияи тақсимот, балки бо зичии тақсимоти эҳтимолиятҳои $\varphi(x)$ муайян карда шавад, ки он ҳосилаи функцияи тақсимот аз рӯи қимати бузургии тасодуфии x мебошад:

$$\varphi(x) = dF(x)/dx, \quad (13.9)$$

Аз ин рӯ,

$$F(x) = \int_{-\infty}^x d\varphi(x) dx. \quad (13.10)$$

яъне барои он, дар энергетика бузургиҳои тасодуфӣ бо тақсимои зерини эҳтимолият ба таври васеъ истифода мешаванд: мунтазам, муътадили (нормалии) соддатарин, муътадили умумӣ, биноминаль, мувофиқи қонуни Пуассон.

Аз сабаби набудани маводи омории мувофиқ на ҳамеша ҷадвалҳои тақсимои эҳтимолият барои бузургиҳои тасодуфии дискретӣ ё функсияҳои тақсимои ва зичии тақсимои эҳтимолиятҳо барои бузургиҳои тасодуфии бефосиларо додан мумкин аст. Бо вучуди ин, на барои ҳама масъалаҳои амалӣ донишҷӯи тавсифҳои пурраи эҳтимолияти бузургии тасодуфӣ талаб карда мешавад. Дар бисёр ҳолатҳо донишҷӯи тавсифҳои асосии адабии бузургиҳои тасодуфӣ, ки ба қатори онҳо интизории математикӣ, дисперсия, дуршавии стандартӣ ва моментҳои бузургии тасодуфӣ дохил мешаванд, кифоя аст.

Бузургии тасодуфӣ метавонад қиматҳои гуногунро қабул кунад, бинобар ин донишҷӯи қимати миёнаи он муҳим аст. Дар ҳолати маълум будани маҷмӯи қиматҳои бузургии тасодуфӣ, қимати миёнаи оддӣ, ки ҳамчун маҷмӯи қиматҳои имконпазири тақсимои шумораи онҳо муайян карда мешавад, ҳанӯз шартҳои воқеиро тавсиф намекунад. Зеро қиматҳои гуногуни бузургии тасодуфӣ метавонанд эҳтимолиятҳои гуногун дошта бошанд. Бинобар ин қиматҳои бештар эҳтимолиӣ дар амалия зуд-зуд вомехӯранд ва ба дараҷаи бештар қимати миёнаи ҳақиқии бузургии тасодуфиро муайян мекунанд. Пас, барои баҳодиҳии қимати миёнаи (дар маънои эҳтимолиятӣ) бузургии тасодуфӣ мафҳуми интизории математикӣ дохил карда мешавад, ки он воқеан қимати миёнаи бузургии тасодуфиро ифода намуда, бо назардошти эҳтимолиятҳои гуногуни қиматҳои алоҳида муайян карда мешавад.

Мисоли 13.2. Эҳтимолияти истеҳсоли изолятории нуқсондор ба $p = 0,004$ баробар аст. Эҳтимолияти онро ёбед, ки аз байни 1000 изолятор 5-тоаш нуқсондор мебарояд.

Ҳал. $m = 5$, $n = 1000$, $\lambda = n \cdot p = 1000 \cdot 0,004 = 4$,
 $q = 1 - p = 1 - 0,001 = 0,996$, $n \cdot p \cdot q = 1000 \cdot 0,004 \cdot 0,996 = 3,984 < 9$. Мувофиқи
ҷадвали қиматҳои функсияи Пуассон $P_{5,1000} = 0,1563$. Таъсири дода мешавад, ки
теоремаи Пуассон барои ҳангоми $n \geq 100$, $n \cdot p \cdot q < 9$ будан, истифода бурда шавад.
Инчунин дар ин маврид натиҷаҳо бо ёрии формулаи Муавр-Лаплас аз ҳақиқат
хеле дур мешавад [2]. Барои муқоиса, формулаи Бернулли натиҷаи 0,1566 ва
формулаи Муавр-Лаплас бошад, қимати 0,1763 – ро медиҳад.

Адабиёт

1. Веников В.А. Математические задачи электроэнергетики: Учебник для студентов вузов / В.А. Веников, Э.Н. Зуев, И.В. Литкенс и др., под ред. В.А. Веникова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1981. – 288 с.
2. Филяев К.Ю. Математические задачи энергетики: Учебно-методический комплекс / К.Ю. Филяев – Челябинск: 2005. – 212 с.