ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика кафедрасы

Дәріс оқушы, профессор Досболаев М.Қ.

merlan@physics.kz

Техника-интеллектуалды қызмет және инженерлік мәселелерді шешу теориясы

пәні бойынша дәрістер жинағы

«8D07108 Электр энергетикасы»

білім беру бағдарламасы докторанттарына арналған

Алматы, 2026

Дәріс 4.

Техникалық жүйенің идеалдылығы және идеалдық соңғы нәтиже (ИСН)

Дәрістің мақсаты: Білім алушыларға ӨЕШТ-тегі техникалық жүйенің идеалдылығы ұғымын түсіндіру, техникалық жүйелердің даму бағытын идеалдықтың артуы тұрғысынан бағалауды үйрету және ИСН - идеалдық соңғы нәтиже операторын инженерлік есептерді шешуде қолдану дағдысын қалыптастыру.

Электр энергетикалық жабдықтарды жетілдіру кезінде пайдалы функцияларды сақтай отырып немесе күшейте отырып, материалдық, энергетикалық, кеңістіктік, уақыттық және эксплуатациялық шығындарды азайту қағидасына ерекше назар аударылады. Дәрісте трансформатордың өзін-өзі салқындатуы, коммутациялық аппаратта электр доғасының энергиясын оның өзін сөндіруге пайдалану, электр жабдығының жұмыс сигналдарын өзін-өзі диагностикалауға қолдану, жүйе элементтеріне бірнеше функцияны қатар жүктеу сияқты мысалдар қарастырылады.

Дәріс жоспары:

1. ӨЕШТ-тегі идеалдылық ұғымы.
2. Идеал техникалық жүйенің негізгі белгілері.
3. Идеалдық дәрежесі
4. Жүйедегі зиянды әсерлер мен шығындар.
5. Идеалдық соңғы нәтиже – ИСН
6. ИСН және психологиялық инерция
7. Жүйенің идеалдылығын арттыру жолдары.
8. «Өзі» қағидасының маңызы
9. ИСН және ресурс арасындағы байланыс
10. Идеалдықты арттырудың электр энергетикасындағы негізгі бағыттары
11. ИСН құрастыру кезінде жіберілетін қателер
12. Электр энергетикалық есепке ИСН қолданудың толық үлгісі

Қысқаша теориялық мәліметтер

1. ӨЕШТ-тегі идеалдылық ұғымы.

Инженерлік техника не үшін жасалады? Бір қарағанда бұл сұрақтың жауабы қарапайым: белгілі бір жұмысты орындау үшін. Трансформатор - кернеуді түрлендіреді. Электр қозғалтқышы - электр энергиясын механикалық энергияға айналдырады. Ажыратқыш - электр тізбегін қосады немесе ажыратады. Инвертор - электр энергиясының параметрлерін өзгертеді. Алайда тұтынушыға трансформатордың өзі немесе ажыратқыштың конструкциясы қажет емес. Оған *сол техникалық құрылғы қамтамасыз ететін нәтиже* қажет. Бұл ойды техникалық жүйенің идеалдылығы түсінігінің негізі

ретінде қарастыруға болады: техниканың өзі түпкі мақсат емес, қажетті пайдалы әсерді алу құралы ғана. Сондықтан техниканың даму шегі - пайдалы нәтиже алынғанымен, оны қамтамасыз ететін арнайы техникалық жүйеге кететін шығындардың мүмкіндігінше азаюы. Идеал техникалық жүйеде пайдалы эффект алынады, ал оған жұмсалатын материал, энергия, кеңістік және басқа шығындар нөлге ұмтылады.

Осы ойды қысқаша: *«Жүйе жоқ, ал оның функциясы орындалады»* деген қағида арқылы көрсетуге болады. Әрине, нақты техникада жүйенің мүлдем жоғалып кетуі әрдайым мүмкін емес. Бұл қағида нақты конструкциялық талап емес, *техникалық дамудың идеал бағытын көрсететін бағдар*.

Мысалы, электр энергетикасында трансформаторды толығымен жою мүмкін емес болуы мүмкін. Бірақ оның қосымша салқындату құрылғыларын, бөлек диагностикалық құрылғыларын немесе кейбір қызмет көрсету операцияларын азайтып, сол функцияларды трансформатордың өз элементтеріне немесе жоғары жүйеге беру арқылы жалпы жүйенің идеалдылығын арттыруға болады.

2. Идеал техникалық жүйенің негізгі белгілері.

Альтшуллер енгізген идеал техникалық жүйе ұғымының негізгі мағынасы - қажетті функция *ең аз шығынмен* орындалуы тиіс. Идеал техникалық жүйені пайдалы эффектіні алуға жұмсалатын шығындары нөлге тең жүйе ретінде сипаттауға болады. Мұндағы шығындарға жүйені жасауға және жұмыс істетуге қажетті материалдар, энергия, алып жатқан кеңістік және басқа ресурстар жатады.

Нақты электр энергетикалық жабдықта идеалдықты арттыру бірнеше бағытта жүзеге асуы мүмкін:

- пайдалы функцияны күшейту;
- сол функцияны орындауға жұмсалатын энергияны азайту;
- жабдықтың массасы мен габаритін азайту;
- элементтер санын қысқарту;
- қызмет көрсету қажеттілігін азайту;
- бір элементке бірнеше функция жүктеу;
- жүйедегі бұрыннан бар энергия мен физикалық процестерді пайдалану;
- қосымша датчиктер немесе механизмдер енгізбей бақылау мен қорғаныс функцияларын орындау.

Мысалы, екі бөлек құрылғының функцияларын бір құрылғыда біріктіру жүйенің идеалдылығын жоғарылата алады. Электр энергетикасында мұның мысалы ретінде күштік электрондық модульдің корпусын тек механикалық қорғаныс элементі емес, сонымен қатар жылу таратушы элемент ретінде пайдалану мүмкін.

Профессор Досболаев М.Қ.

Бір элемент: механикалық қорғау + жылуды тарату сияқты екі функцияны орындайды. Бұл жағдайда бөлек жылу таратқыштың өлшемін кішірейту немесе кейбір жағдайда оны мүлдем алып тастау мүмкіндігі пайда болады.

3. Идеалдық дәрежесі

Техникалық жүйелердің идеалдылығын абсолютті «идеал» немесе «идеал емес» деп ғана бағалау жеткіліксіз. Инженер үшін: «Жаңа шешім бастапқы шешіммен салыстырғанда қаншалықты идеалды?» деген сұрақ маңызды. Әр техникалық салада идеалдықты бағалаудың өз критерийлері болады. Мысалы, пайдалы әсер коэффициенті, көлемді немесе ауданды пайдалы пайдалану көрсеткіші, уақытты пайдалану коэффициенті және экономикалық тиімділік сияқты параметрлер қолданылуы мүмкін. Жалпы қағида - функцияны орындауға кететін шығын азайған сайын жүйенің идеалдылығы жоғарылайды.

Идеалдылықтың шартты формуласы:

$$И = \frac{\sum ПФ}{\sum Ш + \sum ЗФ}$$

мұндағы: ПФ – жүйенің пайдалы функциялары; Ш- жүйені құруға және пайдалануға жұмсалатын шығындар; ЗФ – зиянды функциялар мен жағымсыз әсерлер.

Идеалдылық пайдалы функциялар көбейіп, шығындар мен зиянды әсерлер азайған кезде жоғарылайды. Бұл формула нақты техникалық есепте міндетті сандық формула емес. Ол идеалдықтың мағынасын түсіндіретін қатынас.

Идеалдықты арттырудың екі негізгі жолы шығады:

1. Алымын арттыру: пайдалы функцияларды күшейту немесе көбейту.

2. Бөлімін азайту: материалдық, энергетикалық, экономикалық шығындарды және зиянды әсерлерді төмендету. Мысалы, трансформатордың пайдалы функциясы бұрынғы күйінде сақталып, бос жүріс шығыны мен салқындатуға кететін электр энергиясы азайса, жүйенің идеалдылығы жоғарылайды.

Егер жаңа трансформатор:

- дәл сондай қуатты берсе;
- көлемі 20 % аз болса;
- шығыны төмен болса;
- қосымша қызмет көрсету аз талап етілсе;
- диагностиканы автоматты түрде орындаса,

онда ол бұрынғы жүйеге қарағанда идеалдық бағыты бойынша жетілдірілген жүйе болмақ.

4. Идеалдық және пайдалы функция

Идеалдықты арттыру кезінде ең маңызды шарт - техникалық жүйенің негізгі пайдалы функциясы жоғалмауы тиіс. *Мысалы,* кабельдің қызуын азайтудың ең оңай тәсілі: токты нөлге дейін азайту. Кабель енді қызбайды. Бірақ бұл шешім дұрыс па?

Жоқ. Өйткені кабельдің негізгі функциясы - электр энергиясын жеткізу - орындалмай қалды. Сондықтан ӨЕШТ тұрғысынан: *Жағымсыз әсерді жою пайдалы функцияны жоғалту есебінен орындалмауы тиіс.* Идеал шешімде, керісінше: *Пайдалы функция сақталады немесе жақсарады, ал сол функцияны орындауға қажет шығындар азаяды.*

5. Идеалдық соңғы нәтиже - ИСН

ӨЕШТ-дегі негізгі ойлау құралдарының бірі - идеалдық соңғы нәтиже.

ИСН инженердің назарын дайын конструкцияға емес, қажетті нәтижеге бағыттайды және сол нәтижені қолда бар ресурстар есебінен алуға ынталандырады.

Классикалық тұжырымның мәні: Х-элемент қажетті әрекетті өзі орындайды, сонымен қатар өзінің бастапқы функциясын орындауды жалғастырады.

Мұндағы Х-элемент:

- проблемалық жүйенің өзі;
- оның бір элементі;
- ішкі жүйесі;
- кей жағдайда қоршаған ортаның элементі болуы мүмкін.

ИСН дайын техникалық шешім емес. Бұл өте маңызды.

Мысалы: «Трансформаторға қуатты желдеткіш орнату керек» - ИСН емес.

Бұл дайын конструкциялық шешім.

Ал: «Трансформатор өзі артық жылуды қоршаған ортаға шығарады, негізгі функциясын орындауды жалғастыра отырып, қосымша энергия тұтынбайды» - ИСН формулировкасына жақын. ИСН бізге **не орнату керектігін** емес, **қандай нәтиже қажет екенін** көрсетеді.

6. ИСН және психологиялық инерция

Инженер белгілі бір техникалық салада ұзақ жұмыс істеген сайын бұрыннан таныс конструкциялар мен шешімдерге сүйенуге бейім болады.

Мысалы: қызу болса → желдеткіш қосу;

кернеу жоғары болса → қосымша шектеуші орнату;

өлшеу керек болса → жаңа датчик орнату;

доғаны сөндіру керек болса → камераны үлкейту;

беріктік керек болса → материал мөлшерін арттыру. Мұндай ойлау көптеген жағдайларда дұрыс, бірақ ол шешімдер аймағын шектейді. ӨЕШТ алгоритмдерінде ИСН мен

ресурстарды талдау өнертапқышты бастапқы шешім стереотиптерінен алыстатып, қажетті нәтижеге бағыттауға арналған құралдардың қатарына кіреді.

ИСН инженерге: «Егер қосымша құрылғы мүлдем орната алмасақ, бұл функцияны не орындай алады?» деген сұрақ қойғызады. *Мысалы,* трансформаторды салқындату керек. Дәстүрлі ой: үлкен радиатор немесе қосымша желдеткіш.

ИСН: Қызған трансформатор өзі жылуды сыртқа шығарады.

Енді инженер қолда бар ресурстарды іздей бастайды:

- трансформатор майының табиғи конвекциясы;
- температуралар айырмасы;
- бактың беті;
- радиатор құбырлары;
- қоршаған ауа;
- жүктеме циклінің уақытша ерекшеліктері.

Осыдан жаңа техникалық шешімдер туындауы мүмкін.

7. ИСН-ды құрастыру алгоритмі

Электр энергетикасы есептерінде ИСН құрастыру үшін келесі тәртіпті қолдануға болады. Алдымен **жағымсыз әсер** анықталады. *Мысалы:* трансформатор орамы шамадан тыс қызады. Содан кейін **қажетті әрекет** анықталады: артық жылуды әкету қажет. Одан соң қосымша құрылғы ретінде елестетілген элемент ойша алынып тасталады: қосымша сорғы немесе желдеткіш жоқ. Енді Х-элемент таңдалады: трансформатор майы.

Соңында ИСН тұжырымдалады: Трансформатор майы өзінің электрлік оқшаулау функциясын орындауды жалғастыра отырып, орамнан пайда болған артық жылуды өзі алып кетеді және оны қоршаған ортаға беруге көмектеседі, бұл үшін қосымша энергия мен арнайы қозғаушы құрылғы қажет емес.

Бұл ИСН. Одан кейін ғана: **«Осы нәтижеге қандай физикалық процесс арқылы қол жеткізуге болады?»** деген сұрақ қойылады. *Мысалы, жауап:* температура айырмасы әсерінен пайда болатын табиғи конвекция.

8. «Өзі» қағидасының маңызы

ИСН тұжырымдарында «өзі» сөзі жиі кездеседі: май өзі жылуды әкетеді; доға өзі сөнуге көмектеседі; құрылғы өзі өзінің күйі туралы ақпарат береді; корпус өзі жылу таратқыш қызметін атқарады.

Бұл жерде «өзі» деген сөздің мағынасын дұрыс түсіну керек. Физикалық объект ешқандай себепсіз өздігінен әрекет етпейді. «Өзі» дегеніміз: жүйеде бұрыннан бар зат, энергия, өріс, кеңістік немесе процесс қажетті функцияны орындауға пайдаланылады.

Мысалы, майдың конвекциясы үшін энергия жоқ емес. Энергия - трансформатордағы жылу.

Профессор Досболаев М.Қ.

Электр доғасының қозғалысы үшін энергия жоқ емес. Ресурс - электр тогы мен магнит өрісі. Табиғи салқындату үшін ресурс жоқ емес. Ол - температура айырмасы мен қоршаған ауа. Сондықтан идеалдық дегеніміз физика заңдарын айналып өту емес. Керісінше, ол: жүйеде бар физикалық заңдылықтарды барынша тиімді пайдалану. Сондықтан жоғары идеалдықтағы шешім алу үшін қажетті ресурстарды алдымен проблемалық жүйенің өзінен және оның айналасынан іздеу қажет.

9. ИСН және ресурс арасындағы байланыс

ИСН: **«Не болуы тиіс?»** деген сұраққа жауап береді.

Ресурстық талдау: **«Оны немен орындауға болады?»** деген сұраққа жауап береді.

Мысалы: **Мәселе** Трансформатордың температурасы жоғары.

ИСН Трансформатор артық жылуды өзі сыртқа шығарады.

Келесі сұрақ Мұны немен жүзеге асыруға болады?

Ресурстар: май; бак беті; температура айырмасы; ауа; ауырлық күші; радиатор арналары; уақытша жүктеме үзілістері.

Жоғары идеалдықтағы шешімдер жүйеде бұрыннан бар ресурстарды пайдалану арқылы алынады және ресурс ретінде кеңістік, уақыт, зат, энергия және ақпарат қарастырылады. Сондықтан ӨЕШТ-те:

ИСН → ресурстарды іздеу → шешім идеясы

деген логика өте маңызды.

10. Идеалдықты арттырудың электр энергетикасындағы негізгі бағыттары

Электр энергетикалық техниканы жетілдіру кезінде идеалдық бірнеше жолмен артады. *Мысалы,* трансформатордың қуатын және сенімділігін сақтай отырып оның шығындарын азайту - идеалдықты арттыру. Ажыратқыштың ажырату қабілетін сақтап, контактінің тозуын және жетекке қажетті энергияны азайту - идеалдықтың артуы. Инвертордың шығыс кернеуінің сапасын сақтай отырып, коммутациялық шығынды, салқындату жүйесінің көлемін және басқару құрылғыларының санын қысқарту - идеалдықтың артуы. Диагностикалық ақпаратты бұрыннан бар ток және кернеу сигналдарынан алу арқылы бөлек датчиктердің санын қысқарту - идеалдықты арттыру.

Электр машинасының корпусын бір мезгілде: механикалық тірек; қорғаныш қабық; жылу таратқыш; кей жағдайда электромагниттік экран

ретінде пайдалану да сол бағыттағы инженерлік шешім. Демек, идеалдық тек ПӘК-ті арттыру емес. Ол техникалық жүйенің *жалпы функционалдық тиімділігі мен қарапайымдылығының қатынасын жақсарту.*

11. ИСН құрастыру кезінде жіберілетін қателер

ИСН-ды дұрыс пайдалану үшін бірнеше типтік қателерден сақ болу қажет.

Бірінші қате - **ИСН орнына дайын шешім айту**.

Дұрыс емес: «Трансформаторға қосымша желдеткіш орнату керек».

Дұрыс: «Трансформатор өзі артық жылуды қоршаған ортаға шығарады».

Екінші қате - **негізгі пайдалы функцияны ұмыту**.

Мысалы: «Кабель ток өткізбесе, қызбайды». Бұл идеал шешім емес, өйткені негізгі функция жоғалды.

Дұрыс ИСН: «Кабель қажетті токты өткізуді жалғастыра отырып, оның температурасы рұқсат етілген деңгейден аспайды».

Үшінші қате - **қосымша күрделілік енгізу**.

ИСН-ның мақсаты - бірден жаңа механизм ойлап табу емес, алдымен қосымша механизмсіз қажетті нәтижені елестету.

Төртінші қате - **ИСН-ды міндетті түрде толық жүзеге асатын техникалық талап деп қабылдау**. ИСН көбіне шекті бағдар болып табылады. Нақты шешім ИСН-ға толық жетпеуі мүмкін, бірақ оған бұрынғы шешімнен **жақынырақ** болуы мүмкін.

12. Электр энергетикалық есепке ИСН қолданудың толық үлгісі

Бастапқы жағдай. Күштік трансформатор ұзақ уақыт жоғары жүктememен жұмыс істегенде оның орам температурасы рұқсат етілген шекке жақындайды.

Негізгі пайдалы функция. Электр энергиясын қажетті кернеу деңгейіне түрлендіру.

Жағымсыз әсер. Орам температурасының жоғарылауы.

Дәстүрлі шешім. Қосымша желдеткіш немесе май сорғысын орнату.

Бұл шешімнің кемшілігі

- электр энергиясының қосымша шығыны;
- құрылғы санының артуы;
- техникалық қызмет көрсету қажеттілігі;
- сенімділіктің төмендеуі;
- масса мен габариттің өсуі.

ИСН-1. Трансформатор негізгі функциясын орындауды жалғастыра отырып, артық жылуды өзі қоршаған ортаға шығарады.

ИСН-2. Трансформатор майы электрлік оқшаулау қызметін атқаруды жалғастыра отырып, орамдағы жылуды өзі салқын аймақтарға тасымалдайды.

ИСН-3. Трансформатордың конструкциялық элементтері өздерінің негізгі функциясын орындаумен қатар жылуды сыртқа әкетуге қатысады.

Енді инженер:

- табиғи конвекция;
- бак геометриясы;

Профессор Досболаев М.Қ.

- май арналары;
- радиатор орналасуы;
- жылу өткізгіштігі жоғары конструкциялық бөліктер;
- қоршаған ауаның табиғи қозғалысы сияқты ресурстарды зерттей бастайды. Міне, ИСН шешімді бермеді, бірақ **шешім іздеудің жаңа бағытын ашты**.

Өзіндік тексеруге арналған бақылау сұрақтары

1. ӨЕШТ-те техникалық жүйенің идеалдылығы дегеніміз не?
2. Неліктен техникалық жүйенің өзі емес, оның пайдалы нәтижесі маңызды?
3. «Жүйе жоқ, ал функция орындалады» қағидасын қалай түсінесіз?
4. Техникалық жүйенің идеалдылығын қандай жолдармен арттыруға болады?
5. Пайдалы функцияны арттыру жүйенің идеалдылығына қалай әсер етеді?
6. Материалдық және энергетикалық шығындарды азайту идеалдықты қалай өзгертеді?
7. ИСН дегеніміз не, оның дайын техникалық шешімнен айырмашылығы қандай?
8. ИСН-дағы Х-элемент ретінде не қарастырылуы мүмкін?
9. ИСН психологиялық инерцияны жеңуге қалай көмектеседі?
10. Неліктен ИСН-нан кейін ресурстарды іздеу қажет?
11. Электр доғасының өзін есепті шешетін ресурс ретінде қалай пайдалануға болады?
12. Электр машинасын диагностикалау кезінде бұрыннан бар қандай ақпараттық ресурстарды пайдалануға болады?
13. Бір элементтің бірнеше функцияны атқаруы неге жүйенің идеалдылығын жоғарылатады?

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач. -М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. Стр. 400.

2. Гольдштейн Е.И. Теория решения изобретательских задач: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПТУ, 2009. Стр. 153.

3. Петров В.М. Теория решения изобретательских задач - ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач». М.: СОЛОН-Пресс, 2017 . Стр. 500 с.

4. Злотин Б.Л., Литвин С.С. Теория изобретательских задач: современный подход и примеры применения. - Москва: Эксмо, 2017.

5. Зусман А.В. Методология ТРИЗ: Теория и практика инновационного мышления. - Москва: Наука и Техника, 2019.

Профессор Досболаев М.Қ.