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 1.

Өнертапқыштық есептерді шешу теориясына (ӨЕШТ) және инженерлік шығармашылыққа кіріспе

Дәрістің мақсаты: білім алушыларда ӨЕШТ туралы күрделі инженерлік және өнертапқыштық есептерді талдау мен шешудің жүйелік тәсілі ретіндегі түсінікті қалыптастыру; ӨЕШТ-тің пайда болу тарихымен, оның негізгі постулаттарымен және құрылымымен таныстыру, сондай-ақ ӨЕШТ әдістерін электр энергетикасы саласындағы есептерді шешуге қолдану мүмкіндіктерін көрсету.

Дәріс жоспары:

1. Инженерлік шығармашылық және ӨЕШТ-тің пайда болуы.
2. Альтшуллердің ӨЕШТ-ті қалыптастыру тарихы.
3. ӨЕШТ-тің негізгі постулаттары мен дереккөздері.
4. Қарапайым инженерлік есеп және өнертапқыштық есеп.
5. Сынақтар мен қателіктер әдісі және шығармашылық ойлауды белсендендіру әдістері.
6. Миға шабуыл әдісі және оның мүмкіндіктері.
7. ӨЕШТ-тегі жүйелік тәсіл.
8. Техникалық жүйе, функция, проблема және өнертапқыштық жағдай ұғымдары.
9. Классикалық ӨЕШТ құрылымы.
10. ӨЕШТ тәсілдерін электр энергетикасында қолдану.

Қысқаша теориялық мәліметтер

1. Инженерлік шығармашылық және есептерді шешудің жүйелік әдістерінің қажеттілігі

Қазіргі электр энергетикасының дамуы техникалық жүйелердің үздіксіз күрделене түсуімен сипатталады. Электр машиналары, трансформаторлар, күштік түрлендіргіштер, жоғары кернеулі коммутациялық аппараттар, релелік қорғаныс жүйелері, энергия жинақтау құрылғылары және интелектуалды электр желілері бір мезгілде көптеген талаптарға сәйкес келуі тиіс. Жабдықтардан жоғары сенімділік, энергетикалық тиімділік, ықшамдылық, қауіпсіздік, жөндеуге жарамдылық, ұзақ қызмет ету мерзімі және салыстырмалы түрде төмен құн талап етіледі.

Осындай жүйелерді жобалау кезінде инженер, бір параметрді жақсарту екінші параметрдің нашарлауына алып келетін жағдайлармен үнемі кездеседі. Мысалы:

- Өткізгіштің рұқсат етілетін токтық жүктемесін арттыру электр қуатын көбірек беруге мүмкіндік береді, алайда сонымен қатар оның температурасының жоғарылауына әкеледі.

- Жоғары кернеулі электродтар арасындағы қашықтықты ұлғайту оқшаулағыш аралықтың электрлік беріктігін жоғарылатады, бірақ жабдықтың габариттік өлшемдерін арттырады.
- Трансформатордың сууын күшейту оның температурасын төмендетуі мүмкін, алайда қосымша желдеткіштерді, сорғыларды және жылу алмастырғыштарды орнату бүкіл қондырғының құнын, энергия тұтынуын және күрделілігін арттырады.

Көп жағдайда инженерлік тәсілдер ымыралы шешім шығаруға мәжбүр болады:

- Егер өткізгіш қызатын болса, оның көлденең қимасының ауданын ұлғайтады.
- Егер трансформатор қызып кетсе, қосымша салқындату жүйесін орнатады.
- Егер коммутациялық аппараттың контактілері қарқынды эрозияға ұшыраса, қымбатырақ материалдар қолданылады немесе контакт жүйесінің өлшемдері үлкейтіледі.

Алайда ымыралы шешім әрдайым ең тиімді шешім бола бермейді. Көп жағдайда жүйені ұйымдастырудың мүлдем басқа тәсілі болуы мүмкін, сол арқылы бастапқы қайшылықты едәуір азайтуға немесе оны толықтай жоюға болады. Осындай шешімдерді іздеу – *ӨЕШТ-тің негізгі міндеттерінің бірі.*

ӨЕШТ инженерлік шығармашылықты тек интуицияның, тәжірибенің немесе кездейсоқ сәтті идеяның нәтижесі ретінде ғана қарастырмайды. Бұл тәсілдің негізінде техникалық жүйелердің дамуы белгілі бір заңдылықтарға бағынады және өнертапқыштық есептерді шешу үдерісін неғұрлым басқарылатын әрі бірізді етуге болады деген тұжырым жатыр.

2. ӨЕШТ-тің пайда болу тарихы

ӨЕШТ-тің қалыптасуы 1946 жылдан басталды, және ол ең алдымен *Генрих Саулович Альтшуллердің* еңбектерімен байланысты. Альтшуллер тәсілінің негізгі ерекшелігі - шығармашылық ойлауды дамытуға арналған жекелеген кеңестерді зерттеу емес, нақты техникалық шешімдер мен өнертабыстардың үлкен көлемдегі массивін жүйелі түрде талдау болды. *Ол патенттік материалдарды талдау нәтижесінде техникалық жүйелердің мүлдем кездейсоқ түрде дамымайтындығы туралы маңызды қорытынды жасады. Осылайша, техниканың әртүрлі салаларында қайталанып отыратын инженерлік проблемаларды, соған тән қайшылықтарды және оларды еңсерудің ұқсас тәсілдерін анықтауға болатындығы белгілі болды.* Мысалы, жүйенің өнімділігін сақтай отырып оның өлшемдерін азайту міндеті электр техникасында да, машина жасауда да, авиациялық техникада да кездеседі. Массаны ұлғайтпай қуатты арттыру мәселесі де көптеген техникалық салаларға тән. Егер осындай қайшылықтарды еңсеру тәсілдері мыңдаған әртүрлі өнертабыстарда қайталанатын болса, оларды жалпылауға және жаңа есептерді шешу кезінде пайдалануға болады. Осылайша, жеке өнертапқыштық тәсілдердің жай ғана

жиынтығын емес, күрделі техникалық есептерді шешуге арналған тұтас жүйені құру идеясы пайда болды.

ӨЕШТ-тің негізгі дереккөздері ретінде техника тарихын зерттеу, патенттік қорды талдау және өнертапқыштардың практикалық қызметін зерделеу алынды. Нақты техникалық жүйелер, олардың пайда болу жағдайлары, жетілдірілу бағыттары және техниканың жаңа буындарының қалыптасу себептері қарастырылды. Уақыт өте келе ӨЕШТ техникалық жүйелердің даму заңдылықтары туралы теориялық ережелерді және жаңа техникалық шешімдерді іздеуге арналған практикалық құралдарды біріктіретін тұтас жүйеге айналды.

3. ӨЕШТ-тің негізгі постулаттары

Классикалық ӨЕШТ бірнеше іргелі қағидаларға негізделеді.

Бірінші постулат: техникалық жүйелер мен техникалық нысандар белгілі бір заңдылықтарға сәйкес дамиды. Демек, конструкциялар мен технологиялардағы өзгерістерді тек кездейсоқ жетілдірулер жиынтығы ретінде қарастыруға болмайды.

Екінші постулат: техниканың даму заңдылықтарын негізінен анықтауға және зерттеуге болады. Егер техникалық жүйелердің белгілі бір класының даму бағыттары белгілі болса, бұл білімді жабдықтарды одан әрі жетілдіруді болжау үшін пайдалануға болады.

Үшінші постулат: күрделі техникалық есепті шешу үдерісін белгілі бір интеллектуалдық әрекеттердің бірізділігі ретінде көрсетуге болады. Бұл шығармашылық қызметті белгілі бір дәрежеде іске асыруға және ұйымдастыруға болатынын білдіреді.

Бұл қағидалар ӨЕШТ-ті өнертапқыштық шешім міндетті түрде кенеттен пайда болатын шығармашылық шабыттың нәтижесі деген түсініктен түбегейлі ажыратады.

Алғашқы трансформаторлар қолданылған материалдары, салқындату жүйелері, оқшаулау тәсілдері және диагностика әдістері жағынан қазіргі күштік трансформаторлардан едәуір ерекшеленді. Соған қарамастан, олардың дамуында тұрақты үрдістерді байқауға болады: меншікті қуатты арттыру, магниттік материалдарды жетілдіру, энергия шығындарын азайту, салқындату жүйелерін дамыту, басқарылу деңгейін жоғарылату және жабдықтарды үздіксіз бақылау жүйелерімен қамтамасыз ету. Осындай эволюцияны коммутациялық аппараттардан да байқауға болады: салыстырмалы түрде қарапайым механикалық жүйелерден майлы, ауалы, вакуумдық, элегаздық және қазіргі заманғы басқарылатын коммутациялық құрылғыларға дейін. Демек, техникалық жүйенің даму тарихын зерттеу оның тек қалай пайда болғанын ғана емес, болашақта қандай бағытта дамуы мүмкін екенін де түсінуге көмектеседі.

4. Қарапайым инженерлік есеп және өнертапқыштық есеп

Кез келген техникалық есеп өнертапқыштық есеп бола бермейді.

Қарапайым инженерлік есептің белгілі бір шешу тәсілі болады. Бұл жерде маман қажетті әдістемелерді, нормативтерді, формулаларды немесе типтік конструкцияларды қолдана алады және оларды дұрыс пайдалануы тиіс.

Мысалы, қандайда бір жүйе жағдайына сай ток күші үшін мыс өткізгіштің көлденең қимасын таңдау қажет делік. Бұл жерде инженер тиісті нормативтік құжаттарды пайдаланып, қажетті есептеулер жасайды. Бұл маңызды кәсіби міндет болғанымен, ол міндетті түрде өнертапқыштық есеп болып саналмайды. Тағы бір мысал - белгілі электрлік жүктеме бойынша трансформатордың номинал қуатын анықтау. Қажетті бастапқы деректер болған жағдайда стандартты есептеу әдістемесі қолданылады.

Өнертапқыштық есеп дайын және қанағаттанарлық шешім тәсілі болмаған кезде немесе айқын көрінетін шешу жолдары жаңа елеулі проблемаларды туындатқан жағдайда пайда болады.

Мысалы, жоғары кернеулі ажыратқыштың контактілері жылдам тозады делік. Ең қарапайым шешім - контактілердің өлшемдерін ұлғайту немесе тозуға төзімдірек материал қолдану. Бірақ бұл құрылғының массасын, құнын, механизмнің инерциясын және габариттік өлшемдерін ұлғайтуы мүмкін. Осы жерде қарама-қайшылықты жағдай туындайды: контакт жүйесінің қызмет ету мерзімін арттыру қажет, бірақ аппараттың құны мен өлшемдерін айтарлықтай ұлғайтпау керек. Осындай бір-біріне қайшы талаптардың болуы - өнертапқыштық есептің негізгі белгілерінің бірі.

Осылайша, қарапайым инженерлік есеп көп жағдайда мына сұраққа жауап береді: *«Белгілі шешімді қалай дұрыс қолдануға болады?»* Ал өнертапқыштық есеп сұрағы: *«Белгілі шешімдер жағымсыз салдарға әкелетін жағдайда қажетті нәтижеге қалай қол жеткізуге болады?»*

5. Проблема және өнертапқыштық жағдай

ӨЕШТ-те техникалық проблема мен өнертапқыштық жағдайды ажырата білу маңызды.

Техникалық проблема - жүйенің жағымсыз күйі немесе қасиеті.

Мысалы, өткізгіш қатты қызады, оқшаулау ескіреді, ажыратқыш контактілері эрозияға ұшырайды, трансформатор шамадан тыс шу шығарады, түрлендіргіште коммутациялық шығындар жоғары болады. Алайда «трансформатор қызып кетеді» деген тұжырымның өзі тиімді шешім іздеу үшін жеткіліксіз. Қызып кетудің қандай жағдайларда пайда болатынын, оның негізгі көзі қай элемент екенін, жылу бөлінуіне қандай процестер себеп болатынын,

қандай шектеулер бар екенін және белгілі шешу тәсілдерінің не себепті қанағаттанарлықсыз екенін анықтау қажет.

Осылайша *өнертапқыштық жағдай* қалыптасады. *Өнертапқыштық жағдай* - жағымсыз әсер бар, оны жоюға белгілі бір талаптар қойылған, алайда дәстүрлі шешу тәсілдері жаңа кемшіліктерге немесе шектеулерге әкелетін жағдайлар жиынтығы.

Мысалы, күштік трансформатор максималды жүктеме кезінде орамалардың рұқсат етілмейтін жоғары температурасына дейін қызады делік. Салқындату қарқындылығын арттыруға болады, бірақ қосымша салқындату жүйесі электр энергиясын тұтынуды көбейтеді және техникалық қызмет көрсетуді күрделендіреді. Бұл жағдайда өнертапқыштық жағдай жай ғана «трансформаторды салқындату қажет» деген міндетпен шектелмейді. *Негізгі мәселе - энергетикалық шығындарды, жабдықтың массасын және салқындату жүйесінің күрделілігін елеулі түрде арттырмай, қажетті жылулық режимді қамтамасыз ету.*

Есепті осындай түрде қою әлдеқайда нәтижелі, өйткені ол инженерді дайын стандартты шешімдерді ғана қайталаудан гөрі, мәселенің себептерін, шектеулерін және қайшылықтарын тереңірек талдауға бағыттайды.

6. Сынақтар мен қателіктер әдісі

Шешім іздеудің ең табиғи тәсілдерінің бірі - *сынақтар мен қателіктер әдісі.* Бұл әдісте инженер белгілі бір нұсқаны ұсынады, оны бағалайды, кемшіліктерін анықтайды, содан кейін осының негізінде келесі нұсқаны қарастырады. Бұл тәсілді адамзат өте ерте заманнан бері қолданып келеді және ол қазіргі уақытта да өз маңызын жоғалтқан жоқ.

Мысалы, егер күштік өткізгіш шамадан тыс қызатын болса, инженер бірқатар шешімдерді кезекпен қарастыра алады: оның көлденең қимасының ауданын ұлғайту, материалын өзгерту, мәжбүрлі салқындатуды қолдану, монтаждау жағдайларын өзгерту, бір өткізгішті бірнеше параллель өткізгішке бөлу, контактілік кедергіні азайту және басқа да нұсқаларды пайдалану. Алайда негізгі қиындық - ықтимал шешімдер санының өте көп болуы. Жүйе неғұрлым күрделі болған сайын, талдауға жататын нұсқалар саны да соғұрлым артады. Егер инженер тек өз саласындағы үйреншікті техникалық шешімдер шегінде ғана ойлайтын болса, шешім іздеу үдерісі одан әрі қиындай түседі. Мысалы, трансформаторлар саласының маманы ең алдымен дәстүрлі трансформаторлық конструкцияларды қарастырады, ал күштік электроника маманы әдеттегі электрлік сұлбаларға сүйенеді. Осындай жағдайда ТРИЗ-де *психологиялық инерция* деп аталатын құбылыс пайда болады.

Психологиялық инерция - бұл мидың үйреншікті ойлау және әрекет ету үлгілерін қолдануға бейімділігі, соның салдарынан өзгерістер мен жаңа идеяларға қарсылық көрсетуі.

Профессор Досболаев М.Қ.

Алдыңғы тәжірибе стандартты есептерді шешуге көмектеседі, бірақ кейбір жағдайларда түбегейлі жаңа шешімдерді іздеу мүмкіндігін шектейді. Осылайша, сынақтар мен қателіктер әдісі нұсқалар саны аз болған жағдайда пайдалы болып қала береді. Алайда күрделі өнертапқыштық есептерді шешуде оның тиімділігі төмендейді.

Осы әдістің классикалық мысалдарының бірі - Томас Эдисонның қыздыру шамын жасау барысындағы жұмысы. Қыздыру жібіне қолайлы материалды іздеу кезінде Эдисон мен оның қызметкерлері көптеген нұсқаларды сынап көрген; кейбір тарихи деректер бойынша, 1600-ден астам әртүрлі материал зерттелген. Көптеген тәжірибелерден кейін ең сәтті материалдардың бірі ретінде көмірлендірілген бамбук таңдалды. Шам жүйесі күрделі емес, сондықан бұл әдіс қолдануға жарамды.

ӨЕШТ бағытталмаған нұсқаларды ретсіз іріктеудің орнына анағұрлым жүйелі және мақсатты іздеу тәсілін қолдануға ұмтылады.

7. Миға шабуы - ойлауды белсендендіру әдісі ретінде

Шешімдерді ұжымдық түрде іздеудің тиімділігін арттыруға арналған белгілі әдістердің бірі - миға шабуыл әдісі. *Бұл әдістің мәні идеяларды генерациялау және оларды бағалау үдерістерін уақытша бір-бірінен ажыратуға негізделеді.*

Алғашқы кезеңде қатысушылар ұсынылған идеяларды бірден сынға алмай, мүмкіндігінше көп түрлі нұсқалар ұсынуы тиіс. Идеяларды жинақтау кезеңі аяқталғаннан кейін ғана ұсынылған нұсқалар талданып, олардың ішінен неғұрлым перспективалы шешімдер таңдалады. Мұндай тәсіл психологиялық кедергілерді төмендетуге көмектеседі және қатысушыларға әдеттен тыс, дәстүрлі емес шешімдерді еркін ұсынуға мүмкіндік береді.

Мысалы, күштік трансформаторды салқындату мәселесін талқылау барысында топ мынадай идеяларды ұсына алады: қосымша радиаторларды қолдану, май айналымын өзгерту, жылу құбырларын пайдалану, жүктемені басқару, трансформатор корпусын тиімдірек жылу алмастырғыш ретінде пайдалану, ішкі элементтердің орналасуын өзгерту, жаңа жылу тасымалдағыштарды қолдану және басқа да шешімдер. Алайда миға шабуыл әдісі шешім іздеудің нақты әрі қатаң бағытын белгілемейді. Ол ықтимал нұсқалар санын көбейтуге көмектескенімен, сол нұсқалардың ішінде нақты техникалық қайшылықты шешетін тиімді шешім міндетті түрде табылады деген кепілдік бермейді.

Сондықтан ӨЕШТ-те ойлауды белсендендіру әдістері пайдалы құралдар ретінде қарастырылады, бірақ негізгі міндет - іздеу үдерісін ең перспективалы бағытқа бағыттауға мүмкіндік беретін заңдылықтар мен ережелерді анықтау.

8. Техникалық жүйе және функция

ӨЕШТ-тің негізгі ұғымдарының бірі - техникалық жүйе. *Техникалық жүйе* деп белгілі бір пайдалы функцияны бірлесіп орындайтын, өзара байланысқан элементтер жиынтығын атауға болады. Мысалы, трансформатордың негізгі функциясы – электр магниттік байланыс арқылы кернеу мен ток шамаларын түрлендіру. Ажыратқыштың негізгі функциясы - электр тізбегін басқарылатын түрде қосу және ажырату. Электр қозғалтқышының негізгі функциясы - электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру. Инвертордың негізгі функциясы - электр энергиясының параметрлерін түрлендіру.

Жүйені талдау кезінде оның жекелеген элементтерін ғана емес, ең алдымен сол элементтердің атқаратын функцияларын қарастыру маңызды. Мысалы, трансформатордың салқындату жүйесінің құрамына май, бак, радиаторлар, сорғылар, желдеткіштер, температура датчиктері және басқару жүйесі кіреді. Бұл элементтердің әрқайсысы белгілі бір функцияны орындайды. Сорғы жылу тасымалдағыштың қозғалысын қамтамасыз етеді. Радиатор жылу энергиясын қоршаған ортаға береді. Температура датчигі жабдықтың күйі туралы ақпарат қалыптастырады. Жүйені функционалдық тұрғыдан қарастырудың маңызы өте зор, өйткені мұндай жағдайда инженер: «Бұл элементті қалай сақтап қалуға болады?» деген сұрақтың орнына: «Осы элемент атқаратын функцияны қалай қамтамасыз етуге болады?» деген сұрақ қоя бастайды. Бұл - бір-бірінен түбегейлі ерекшеленетін екі тәсіл. Егер белгілі бір элемент жүйеде тек нақты бір функцияны орындау үшін ғана қолданылатын болса, онда сол функцияны жүйенің басқа элементі орындауы мүмкін деген болжам жасауға болады.

Кейінірек дәл осы қағидаға ӨЕШТ-тің *функционалдық талдау* және *техникалық жүйелерді ықшамдау,* яғни *«свёртывание»* сияқты әдістері негізделеді.

9. Жүйелік тәсіл

Техникалық нысан оқшауланған түрде өмір сүрмейді. Ол бір жағынан ауқымдырақ жүйенің құрамдас бөлігі, екінші жағынан өзінің ішінде ұсақтау ішкі жүйелерден тұрады. Күштік трансформаторды жеке техникалық жүйе ретінде қарастыруға болады. Алайда электр желісінде ол қосалқы станцияның бір элементі, ал қосалқы станция өз кезегінде энергожүйенің құрамына кіреді. Трансформатордың өзі магнитөткізгіштен, орамалардан, оқшаулау жүйесінен, салқындату жүйесінен, реттеу құрылғыларынан, қорғаныс және диагностика жүйелерінен тұрады.

Мұндай көзқарас мәселені әртүрлі деңгейлерде зерттеуге мүмкіндік береді. Мысалы, трансформатор қызып кетеді делік. Жеке элемент деңгейінде өткізгіш материалын өзгертуге болады. Ішкі жүйе деңгейінде май айналымын жетілдіруге болады. Трансформатордың тұтас жүйесі деңгейінде орамалардың орналасуын немесе салқындату жүйесінің

құрылымын өзгертуге болады. Ал қосалқы станция деңгейінде бірнеше трансформатор арасындағы жүктеменің бөлінуін басқаруға болады. Демек, бір ғана техникалық қайшылықтың шешімі іздеу қай жүйелік деңгейде жүргізілетініне байланысты мүлде әртүрлі болуы мүмкін. Жүйелік тәсіл шешім іздеу аймағын тым ерте тарылтып жібермеуге мүмкіндік береді. Бұл электр энергетикасы үшін ерекше маңызды, себебі қазіргі энергетикалық нысандар күштік бөліктен, өлшеу құрылғыларынан, автоматикадан, қорғаныстан, ақпараттық және басқару жүйелерінен тұратын күрделі көпдеңгейлі жүйелер.

10. Классикалық ӨЕШТ-тің құрамы

Классикалық ӨЕШТ өзара байланысқан, екі негізгі бөліктен тұратын жүйе ретінде қарастырылады:

- *теориялық ядро;*
- *есептерді шешу технологиясы, яғни ӨЕШТ құралдары.*

Теориялық ядро ӨЕШТ-тің негізгі постулаттарымен, патенттік қорды талдаумен, техникалық жүйелердің даму заңдарымен, даму желілерімен, техникалық жүйелер ішіндегі өзара әрекеттесулерді модельдеумен және қайшылықтарды шешу тәсілдерімен байланысты.

Ал құралдық бөлік техникалық есептерді тікелей талдауға және шешуге арналған.

Оған мыналар жатады: өнертапқыштық есептерді шешудің алгоритмдік әдістері, техникалық қайшылықтарды жою тәсілдері, психологиялық инерциямен жұмыс істеу әдістері, себеп-салдарлық талдау, физикалық және басқа да әсерлердің ақпараттық қорлары, идеалды соңғы нәтиже, өнертапқыштық есептерді шешу стандарттары және басқа да құралдар. Осылайша, ӨЕШТ-ті тек кеңінен танымал *«40 өнертапқыштық тәсілмен»* ғана шектеуге болмайды. ӨЕШТ - бұдан әлдеқайда кең әрі кешенді жүйе.

ӨЕШТ-тегі кейбір құралдар есепті дұрыс тұжырымдауға көмектессе, басқалары қайшылықты анықтауға мүмкіндік береді. Үшінші бір құралдар қолжетімді ресурстарды анықтауға бағытталған, ал төртінші топтағы құралдар техникалық жүйені түрлендірудің ықтимал бағыттарын ұсынады. Алдағы дәрістерде осы құралдардың әрқайсысы жеке-жеке қарастырылады.

Өзіндік тексеруге арналған бақылау сұрақтары

1. ӨЕШТ дегеніміз не және оның негізгі мақсаты қандай?
2. Альтшуллер неліктен патенттік қорды зерттеудің негізгі дереккөзі ретінде пайдаланған?
3. Қарапайым инженерлік есеп пен өнертапқыштық есептің айырмашылығы неде?
4. Сынақтар мен қателер әдісі күрделі есептерді шешуде неліктен тиімділігі төмен әдіс болып саналады?
5. Психологиялық инерция дегеніміз не?

Профессор Досболаев М.Қ.

6. Миға шабуыл әдісінің негізгі қағидасы қандай?

7. Техникалық жүйе және оның функциясы дегеніміз не?

8. Неліктен техникалық нысанды бір мезгілде жүйе, ішкі жүйе және жоғары деңгейдегі жүйенің бөлігі ретінде қарастыру қажет?

9. ӨЕШТ әдістерін электр энергетикасындағы инженерлік және ғылыми-зерттеу есептерін шешуде қалай қолдануға болады?

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.