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 2.

Техникалық жүйелер және ӨЕШТ-тегі жүйелік тәсіл

Дәрістің мақсаты: Электр энергетикалық жабдықтарды жеке құрылғылар жиынтығы ретінде емес, өзара байланысқан элементтерден тұратын *техникалық жүйе* ретінде қарастыру дағдысын қалыптастыру; жүйе, ішкі жүйе және жоғары жүйе ұғымдарын меңгеру; техникалық жүйенің басты, негізгі және көмекші функцияларын анықтау; ӨЕШТ-тің «9 экран» жүйелік операторын пайдаланып энергетикалық нысандардың құрылымы мен уақыт бойынша даму эволюциясын талдауды үйрену.

Дәріс жоспары

1. Техникалық жүйе ұғымы және оның негізгі белгілері.
2. Техникалық жүйенің функциялары.
3. Техникалық жүйенің функционалдық құрылымы.
4. Жүйе, ішкі жүйе және жоғары жүйе.
5. Техникалық жүйелердің иерархиясы.
6. ӨЕШТ-тегі жүйелік тәсіл.
7. «9 экран» жүйелік операторы.

Қысқаша теориялық мәліметтер

1. Техникалық жүйе ұғымы

Инженерлік қызмет барысында кез келген жабдықты тек оның конструкциясы бойынша қарастыру жеткіліксіз. Мысалы, күштік трансформаторды мыс орамдардан, магнитөткізгіштен, бактан және оқшаулаудан құралған құрылғы ретінде ғана қарастырсақ, оның жұмыс істеу логикасын толық түсіне алмаймыз. Трансформатордың барлық элементтері бір-бірімен белгілі бір байланыста жұмыс істейді және сол өзара әрекеттесу нәтижесінде электр энергиясының кернеу деңгейін өзгерту функциясы жүзеге асырылады. ӨЕШТ-те осындай өзара байланысқан элементтердің жиынтығы *техникалық жүйе* деп қарастырылады.

Техникалық жүйенің маңызды ерекшелігі - оның тұтас жүйе ретінде жекелеген бөліктерінде жеке-жеке болмайтын жаңа қасиетке ие болуы. Мысалы, күштік трансформатордың жеке өзекшесі кернеуді түрлендіре алмайды. Біріншілік орам жеке өзі де трансформация процесін қамтамасыз етпейді. Екіншілік орам, май, бак және оқшаулағыштар да жеке тұрған кезде трансформатордың басты функциясын орындай алмайды. Бірақ барлық элементтер тиісті түрде байланысқанда электр магниттік индукция арқылы электр энергиясының кернеу деңгейін өзгертуге қабілетті тұтас техникалық жүйе пайда болады.

Осыдан техникалық жүйенің негізгі белгілерін көрсетуге болады:

- бірнеше өзара байланысқан элементтен тұрады;
- элементтердің әрқайсысының белгілі бір функциясы болады;
- элементтер арасында заттық, энергетикалық немесе ақпараттық байланыстар болады;
- жүйе белгілі бір пайдалы нәтижеге қол жеткізу үшін құрылады;
- тұтас жүйеде оның жеке элементтерінде болмайтын қасиеттер қалыптасады.

Электр энергетикасында техникалық жүйеге трансформаторды, электр қозғалтқышын, генераторды, жоғары кернеулі ажыратқышты, инверторды, қорғаныс релесін, электр беру желісін ғана емес, тұтас қосалқы станцияны немесе электрмен жабдықтау жүйесін де жатқызуға болады.

2. Техникалық жүйенің басты функциясы

Әрбір техникалық жүйе белгілі бір қажеттілікті орындау үшін жасалады. Сондықтан ӨЕШТ-те техникалық объектіні талдауды оның конструкциясынан емес, ең алдымен *функциясынан* бастау маңызды.

Толық басты функцияны анықтау кезінде екі сұрақ қойылады:

«Жүйе не істейді?» және «Жүйе оны қалай орындайды?»

Бірінші сұрақ жүйенің мақсатын, екінші сұрақ оның техникалық әрекет ету тәсілін сипаттайды. Басты функцияны шартты түрде:

Басты функция = тағайындалуы + техникалық функция түрінде көрсетуге болады.

Мысалы, күштік трансформаторды қарастырайық.

Тағайындалуы: электр энергиясының кернеу деңгейін өзгерту.

Техникалық функциясы: электр магниттік индукция көмегімен бір кернеу деңгейіндегі электр энергиясын екінші кернеу деңгейіне түрлендіру.

Олай болса, трансформатордың басты функциясын:

Электр магниттік индукция арқылы айнымалы ток электр энергиясының кернеу деңгейін өзгерту деп тұжырымдауға болады.

Жоғары кернеулі ажыратқыш үшін:

Тағайындалуы: электр тізбегін қосу және ажырату.

Техникалық функциясы: контактілердің күйін өзгерту және ажырату кезінде пайда болатын электр доғасын сөндіру.

Инвертор үшін:

Тағайындалуы: электр энергиясының параметрлерін түрлендіру.

Техникалық функциясы: жартылай өткізгіштік кілттерді басқару арқылы тұрақты токты қажетті жиілік пен кернеудегі айнымалы токқа түрлендіру.

Профессор Досболаев М.Қ.

Демек, инженер белгілі бір техникалық жүйені жетілдіруге кіріспес бұрын оның нақты қандай функция атқаратынын анықтауы тиіс.

Негізгі және көмекші функциялар

Күрделі техникалық жүйеде басты функцияны бір ғана элемент орындамайды. Оны жүзеге асыруға бірнеше ішкі жүйелер қатысады.

ӨЕШТ-те жүйе элементтерінің функцияларын шартты түрде негізгі және көмекші функцияларға бөлуге болады.

Негізгі функция - жүйенің басты функциясын тікелей орындауға қатысатын функция.

Көмекші функция - басқа элементтердің немесе ішкі жүйелердің жұмыс істеуін қамтамасыз ететін функция.

3. Толық техникалық жүйенің функционалдық құрылымы

ӨЕШТ тұрғысынан дамыған техникалық жүйеде бірнеше негізгі функционалдық блок болады. Осындай блоктары бар жүйе толық немесе дамыған техникалық жүйе деп қарастырылады.

Жалпы түрде: энергия көзі → энергияны беру/түрлендіру жүйесі → жұмыс органы → басқару жүйесі түріндегі құрылымды пайдалануға болады. Бұл түсінікті электр энергетикасына бейімдеп қарастырайық.

Электр қозғалтқышы

Энергия көзі - электр желісі немесе жиілік түрлендіргіші.

Түрлендіруші бөлік - статор мен ротор арасындағы электр магниттік жүйе.

Жұмыс органы - қозғалтқыш білігі.

Басқару органы - контактор, жиілік түрлендіргіші немесе автоматты басқару жүйесі.

Жоғары кернеулі ажыратқыш

Энергия көзі - серіппелік, пневматикалық, гидравликалық немесе электр магниттік жетек.

Трансмиссия - жетек механизмінен контакт жүйесіне қозғалыс беретін механизм.

Жұмыс органы - негізгі және доға сөндіргіш контактілер.

Басқару органы - релелік қорғаныс және басқару тізбегі.

Мұндай функционалдық модель жабдықтың қай бөлігінде мәселе туындайтынын нақтылауға мүмкіндік береді.

Мәселен, ажыратқыш баяу іске қосылса, проблема контакт жүйесінде емес, жетекте немесе трансмиссияда болуы мүмкін.

4. Жүйе, ішкі жүйе және жоғары жүйе

ӨЕШТ-тегі жүйелік тәсілдің негізгі идеяларының бірі - кез келген объектіні бір мезгілде бірнеше деңгейде қарастыру.

Профессор Досболаев М.Қ.

Жүйе - дәл қазіргі уақытта зерттеліп отырған нысан.

Ішкі жүйе - зерттеліп отырған жүйенің құрамына кіретін бөлік.

Жоғары жүйе - зерттеліп отырған жүйе құрамдас бөлік ретінде кіретін үлкен жүйе.

Ішкі жүйе нақты есеп үшін маңызы бар техникалық жүйенің бөлігі, ал жоғары жүйе қарастырылып отырған техникалық жүйе құрамдас бөлігі болатын жүйе. Техникалық жүйенің қасиеттері оның ішкі жүйелерімен және олардың өзара әрекеттесуімен анықталады.

Мысалы, күштік трансформаторды зерттеп отырмыз.

Ішкі жүйелері: магнитөткізгіш; жоғары кернеулі орам; төмен кернеулі орам; оқшаулау; трансформатор майы; бак; радиатор; енгізу оқшаулағыштары; температура датчиктері; газдық қорғаныс; кернеуді реттеу құрылғысы.

Жүйе: күштік трансформатор.

Жоғары жүйелер: трансформаторлық қосалқы станция; электр тарату жүйесі; электр энергетикалық желі; диспетчерлік басқару жүйесі; техникалық қызмет көрсету жүйесі; қоршаған орта.

Бір маңызды ерекшелік бар: *жоғары жүйені таңдау қойылған есепке байланысты.*

Мысалы, трансформаторды қызу мәселесі бойынша зерттесек, жоғары жүйеге қоршаған ортаны, салқындату жағдайларын және жүктеме графигін енгізу маңызды.

Ал трансформатордың электр желісіндегі сенімділігі қарастырылса, жоғары жүйеге қосалқы станция, релелік қорғаныс және электр желісінің жұмыс режимдері кіреді.

Бұл - жүйелік ойлаудың маңызды қағидасы.

5. Техникалық жүйелердің иерархиясы

Кез келген техникалық жүйе бір мезгілде әрі жүйе, әрі басқа жүйенің ішкі жүйесі болуы мүмкін. Мысалы:

Электр энергетикалық жүйе

↓

Қосалқы станция

↓

Күштік трансформатор

↓

Орам

↓

Өткізгіш

↓

Өткізгіш материалының құрылымы

Бұл иерархияда зерттеу масштабына байланысты бір нысанның рөлі өзгереді.

Егер трансформаторды зерттесек, орам - ішкі жүйе.

Ал егер орамдағы токтың таралуын зерттесек, орамның өзі жүйеге айналады, ал оның өткізгіштері ішкі жүйе болады.

Дәл осылай қосалқы станция бір есепте жүйе ретінде қарастырылса, бүкіл электр энергетикалық жүйені зерттеген кезде ол ішкі жүйеге айналады.

Сондықтан ӨЕШТ-те: «Нені зерттеп жатырмыз?» және «Қандай деңгейде зерттеп жатырмыз?» деген сұрақтар нақты қойылуы тиіс.

6. ӨЕШТ-тегі жүйелік тәсіл

Дәстүрлі инженерлік есепте маман көбіне проблема байқалған элементке бірден назар аударады. Мысалы: **«Трансформатор қызып жатыр - радиатор ауданын үлкейту керек».**

Бұл - жергілікті ойлау.

Ал жүйелік тәсіл кезінде инженер мәселені бірнеше деңгейде қарастырады:

Ішкі жүйе: жылу қай жерде пайда болады?

Жүйе: жылу трансформатор ішінде қалай таралады?

Жоғары жүйе: трансформатор қандай температурада және қандай жүктememен жұмыс істеп тұр?

Одан кейін ғана шешім ізделеді.

Мүмкін мәселенің себебі радиатордың жеткіліксіздігі емес, мысалы:

- орамдағы токтың жоғарылауы;
- контакт кедергісінің өсуі;
- май айналымының нашарлауы;
- салқындатқыш желдеткіштің жұмыс істемеуі;
- гармоникалардың жоғары болуы;
- трансформатордың ұзақ уақыт артық жүктелуі болуы мүмкін.

Сондықтан жүйелік тәсіл мәселенің нақты түпкі себебіне жақындауға мүмкіндік береді.

Оқу құралында жүйелік тәсіл ішкі жүйелердің, жоғары жүйелердің және олардың өзара әрекеттесуіндегі сәйкессіздіктерден туындайтын мәселелерді, сондай-ақ жүйені дамыту үшін пайдалануға болатын ресурстарды анықтауға көмектесетіні көрсетіледі.

7. ӨЕШТ-тің «9 экран» жүйелік операторы

Жүйелік ойлауды қалыптастыратын маңызды ӨЕШТ құралдарының бірі - *жүйелік оператор*, немесе *«9 экран»* әдісі.

Оның мақсаты - объектіні тек қазіргі күйінде ғана емес, үш жүйелік деңгейде және үш уақыт кезеңінде қарастыру.

Профессор Досболаев М.Қ.

Минималды жүйелік оператор тоғыз ұяшықтан тұрады: ортасында қарастырылатын жүйе, оның үстінде жоғары жүйе, төменінде ішкі жүйе орналасады; сол жақ баған өткен уақытты, ортаңғы баған қазіргі уақытты, ал оң жақ баған болашақты көрсетеді.

	Өткен	**Қазіргі**	**Болашақ**
Жоғары жүйе	Өткен жоғары жүйе	Қазіргі жоғары жүйе	Болашақ жоғары жүйе
Жүйе	Өткен жүйе	Қазіргі жүйе	Болашақ жүйе
Ішкі жүйе	Өткен ішкі жүйелер	Қазіргі ішкі жүйелер	Болашақ ішкі жүйелер

Орталық экранда қазіргі зерттеліп отырған объект орналасады.

Мысалы: **Күштік трансформатор - қазіргі жүйе.**

Одан төмен оның ішкі жүйелері, жоғарыда трансформатор кіретін энергетикалық жүйе қарастырылады.

Сол жаққа өткен кезең, оң жаққа ықтимал болашақ орналастырылады.

Жүйелік оператордың негізгі артықшылығы - инженерді тек қолданыстағы конструкция шеңберінде ойлаудан шығару.

Өзіндік тексеруге арналған бақылау сұрақтары

1. Техникалық жүйе дегеніміз не?
2. Техникалық жүйені қарапайым элементтер жиынтығынан қандай қасиет ажыратады?
3. Басты функция қалай анықталады?
4. Негізгі және көмекші функциялардың айырмашылығы неде?
5. «Жүйе», «ішкі жүйе» және «жоғары жүйе» ұғымдарының айырмашылығы қандай?
6. Бір объект бір уақытта жүйе және ішкі жүйе бола ала ма?
7. Жүйелік тәсіл инженерлік есепті шешуде қандай артықшылық береді?
8. «9 экран» жүйелік операторы қандай екі өлшемге негізделген?
9. Күштік трансформатордың негізгі ішкі жүйелерін атаңыз.
10. Жоғары кернеулі ажыратқыш үшін қандай жоғары жүйелерді көрсетуге болады?
11. Техникалық жүйенің өткен күйін зерттеу не үшін қажет?
12. Жүйенің болашағын қарастыру инновациялық шешім табуға қалай көмектеседі?

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.