

2 Sistēmu attīstības likumi

2.0 Ievads

Vai zināt, kāpēc cilvēki reizēm risina problemātiskas situācijas nepareizā veidā? Ne vien skolēni un studenti, bet arī dizaineri, inženieri, direktori, rakstnieki, prezidenti un pat karaļi var risināt problēmas nepareizi. Jūs droši vien varat atsaukt atmiņā kādus piemērus ar aplamiem risinājumiem, kā arī piemērus ar risinājumiem, kas bijuši radoši un īsti vietā.

Lai rastu atbildi uz šo āķīgo jautājumu, piedāvājam jums 33 sekunžu ceļojumu Antuāna de Sent-Ekziperī Mazā Prinča kompānijā uz asteroīdu No. 325, lai apciemotu Karali.

Karalis pārvaldīja visu – gan mazo planētu, gan citas planētas un arī visas zvaigznes, turklāt viss, kas bija ap viņu, viņam tiešām pakļāvās. Mazais Princis apbrīvoja šādu varu! Viņš lūdza Karalim pavēlēt saulei rietēt, jo viņam ļoti patika saulrieti.

“Es likšu saulei rietēt,” atbildēja Karalis, “bet vispirms vēlos sagaidīt labvēlīgus apstākļus, jo Karaļa gudrība ietver apstākļu rūpīgu apsvēršanu.”

“Un kad apstākļi būs labvēlīgi?” jautāja Mazais Princis.

“Khm! Khm!” atbildēja karalis; Un pirms atbildēt ko vairāk, viņš ielūkojās apjomīgā gadagrāmatā. “Khm! Khm! Tas būs... aptuveni... tas būs šovakar aptuveni divdesmit minūtes pirms astoņiem. Un tu redzēsi, cik labi man pakļaujas!”

Jūs varat nešaubīties, ka saule tik tiešām rietēja 19.40, jo tas ir viens no dabas likumiem. Un Karalis bija tik tiešām gudrs, jo darbojās saskaņā ar dabas likumiem un necentās tos mainīt.

Pasaule, kurā dzīvojam, sastāv no paradoksiem. Vispārsteidzošākais no tiem saistīts ar faktu, ka cilvēki visos laikos meklē saikni starp dažādiem procesiem un fenomeniem, pat ja šādu saikņu nav. Lai gan nāk jauns pētnieks un šo saikni atrod...

Likumi, vai tā sauktās procesu un dabas fenomenu starpsaiknes veido pamata zināšanas par pasauli ap mums un tie ir nozīmīgi ne vien dažādās zinātnēs, bet arī ikdienas dzīvē. Kāds vienkāršs piemērs to apliecina. Katrs autovadītājs zina: ja ceļš pēc lietus ir slapjš, bremzēšanas ceļš pagarinās. Kādiem mērķiem mums nepieciešamas zināšanas par dabas likumiem? Tās nepieciešamas jebkuram cilvēkam, lai plānotu mērķtiecīgas un saprātīgas aktivitātes, un domātu vismaz soli uz priekšu. Pat vienkārša pastaiga parkā nozīmē nepārlicināti lūkoties zemē pēc brīvas platības katram nākamajam solim. Jo sarežģītāks ceļš, jo vairāk uzmanības tas prasa. Jo sarežģītāka sistēma, jo lielākas pūles nepieciešamas, lai pareģotu tās attīstību. Un vienīgi tad, ja esam definējuši likumus, pēc kuriem sistēmas attīstās, ir iespējams ar pārliecību paredzēt nākamo soli sistēmas attīstībā.

2.0.1 Likumu loma TRIZ metodikā

2.0.1.1 Likumi zinātnē

Jebkura zinātne kļūst par zinātni šī vārda pilnā nozīmē vienīgi tad, kad sāk aprakstīt pasauli, balstoties uz likumiem, kas atklāti ar zinātnes starpniecību. Astronomija kļuva par zinātni, kad tika atklāti planētu kustības likumi. Alķīmija kļuva par zinātni, kad tika aprakstīti vielu mijiedarbības un transformācijas likumi.

TRIZ ir zinātne, kas pēta divu objektu – personas un tehnoloģijas – saistību procesus. Tā pētījuma shēma ietver gan domāšanu par personu, gan tehniskās sistēmas evolūcijas likumus. Katrai teorijai ir pamata raksturs, bet tā var arī izstrādāt savus praktiskos instrumentus. TRIZ izstrādā instrumentus radošo problēmu risināšanai: pētījuma lauka sašaurināšanas veidus, neapzinātu procesu apzinātas vadības metodes. Viena no biežākajām kļūdām, kas parasti tiek pielaista, pasniedzot TRIZ teoriju, ir studēt to kā jebkuru citu priekšmetu: kā fiziku, ķīmiju vai astronomiju. Šajās zinātnēs pētījumu objekts ir apkārtējā pasaule, dabas fenomeni, kamēr, izmantojot TRIZ, vairāk uzmanības jāpievērš domāšanas procesam.

2.0.1.2 TRIZ likumi

Tehniskās sistēmas attīstības likumi pirmoreiz tika publicēti 1979. gadā H.S. Altšullera grāmatā “Radošums kā eksaktā zinātne: izgudrojumu uzdevumu risināšanas teorija”:

1. Sistēmas elementu pabeigtības likums.
2. Sistēmas enerģijas caurplūsmas likums.
3. Sistēmas ritmu harmonijas likums.
4. Likums par sistēmas pilnveidošanos jeb tuvināšanos ideālai sistēmai.
5. Sistēmas elementu nevienmērīgas attīstības likums.
6. Likums par pāreju uz virssistēmu.
7. Likums par pāreju no makro uz mikro līmeni.
8. Vielas – lauka iesaistīšanas palielināšanas likums.

Runājot par TRIZ teoriju kā sistēmu, būtiski atcerēties, ka tai jābūt saskanīgai. Instrumenti, kas iekļauti tajā, liek sistēmai darboties. Tie ir savstarpēji savienoti un to pamatu veido Tehnisko sistēmu attīstības likumi.

Šie likumi iedalīti trijās grupās: Statikas likumi (1-3); Kinemātikas likumi (4-6) un Dinamikas likumi (7-8). Šādā sadalījumā saskatāma skaidra atbilstība fizikas sadaļai – mehānikai. Apsverot tehniskās sistēmas attīstības dzīvības ciklu kā S formas līkni, ir novērots sekojošais. Statikas likumi raksturīgi tehniskās sistēmas parādīšanās posmā; savukārt dinamikas likumi raksturīgi tehniskās sistēmas noslēguma posmā un pārejot uz apakšsistēmu. Tehniskā sistēma attīstās un mainās, mainās arī tehniskās sistēmas modelis. Parādās jauni pieņēmumi, kas tiek apskatīti konkrētās situācijas kontekstā ar mērķi veidot sistēmas modeli.

Tādējādi, piemēram, aprēķinot lidmašīnas ātrumu, lidojot no viena punkta uz otru, lidmašīna tiek definēta kā materiāls punkts. Savukārt definējot minimālo ātrumu, kas nepieciešams, lai lidmašīna paceltos, rēķināmies ar pavisam citu situāciju un citiem fizikas likumiem. Šajā gadījumā uzmanība vērsta uz pacelšanas spēku. Tas ietekmē lidmašīnas spārnu dizainu un arī tās svaru. Veicot aprēķinus par maksimālo pieļaujamo ātrumu, lai lidaparāts droši piezemētos, jau atkal jāapskata pavisam citi “objekti” jeb parametri. Ļoti būtiski ir definēt mērķi un izvēlēties piemērotu modeli.

2.0.1.3 Tehnisko sistēmu attīstības likumu īpašības dažādos šīs sistēmas attīstības posmos

Parādīšanās posmā, jaunai tehniskai sistēmai veidojoties, sistēma tiek pētīta kā objekts. Svarīgākais process, kas būtisks sistēmas spējai izdzīvot, atrodams sistēmas iekšienē. Šajā gadījumā pieņēmumi ir iespējami un sistēma tiek pētīta atsevišķi no citām apkārtējām tehniskajām sistēmām. Sistēmas izpētē tiek uzdoti sekojoši jautājumi: būt vai nebūt? Kāda veida struktūru izmantot? Velkot paralēles ar mehāniku, statikas likumi pēta materiālo ķermeņu līdzsvaru dažādu pielietojamo spēku ietekmē.

Tehniskās sistēmas attīstības posmā, evolūcijas procesi tiek pētīti tehniskajā sistēmā, bet neatkarīgi no tehniskās sistēmas un fiziskajiem faktoriem, kas nosaka tās attīstību. Procesī, kas nosaka attīstību, atrodami tehniskās sistēmas iekšienē. Svarīgākais vairs nav tehniskās sistēmas izdzīvošana, bet gan kustība, attīstība un noteikta līmeņa sasniegšana salīdzinājumā ar citām tehniskajām sistēmām. Minētajā posmā svarīgākais ir atslēgas parametru maksimālo vērtību sasniegšana. Parametri ietver, piemēram, lidmašīnas ātrumu; auto nestspējas kapacitāti; darbību skaitu, ko sekundes laikā spēj izpildīt dators.

Noslēguma posmā, likumi par pāreju uz jaunu sistēmu izvirzās priekšplānā. Patiesībā tiek izmantoti resursi, kas paredzēti tehniskās sistēmas attīstībai, esošā sistēma tiek pētīta citu tehnisko sistēmu vidē. Svarīgākais jautājums – kā iedrošināt attīstību esošajā vidē, kamēr tajā tiek pētīta materiālo tehnisko un fizisko faktoru ietekme?

2.0.1.4 Tehnisko sistēmu attīstības likumu definējums

Arī tehniskās sistēmas attīstības likumu sistēma attīstās. Vairāki zinātnieki un pētnieki ir identificējuši pielietojamo likumu instrumentus. Daži no šo pētījumu autoriem: Altšullers G.S., Zlotins B.L., Petrovs V.M., Ļitvins, S.S., Vjortkins I.M., Feijs V.R., Ļubomirskis A.L., Salamatovs Y.P., Kondrakovs I.M. un daudzi citi. TRIZ teorijā ir vairākas attīstības likumu sistēmas ar individuālām īpašībām, tehniskajiem noteikumiem un hipotēzēm. Katrā no šīm sistēmām ir veikti nopietni pētījumi. Atsevišķās publikācijās ir strīdīgi jautājumi, bet tas ir pavisam dabisks pētījumu un attīstības procesa rezultāts. Tomēr mēs šo sistēmu pētām, jo visi rezultāti balstās uz Altšullera klasiskās sistēmas likumiem.

Šajā materiālā stingri ievēroti Altšullera Tehniskās sistēmas evolūcijas likumi. Šāda izvēle noteikta izglītojošos nolūkos, lai pilnvērtīgi apgūtu materiālu. Altšullera Tehniskās sistēmas evolūcijas likumu krājumā ir astoņi likumi, kas katrs aprakstīts atsevišķā nodaļā – iespējams sākt ar jebkuru no tiem, tomēr loģiski būtu sākt no pirmā un secīgi apgūt visus pēc kārtas.

Katrai nodaļai ir sekojošas sadaļas: Definīcijas, Teorija, Modelis un Instrumenti, nodaļas ietver arī jautājumus savu zināšanu novērtēšanai. Katras nodaļas nobeigumā pieejams arī izmantotās literatūras saraksts. Sagatavojot materiālu, saistībā ar TRIZ, autori centušies izmantot tikai Altšullera piemērus. Pieejams arī ievērojams skaits shēmu, attēlu un fotogrāfiju, kas izmantotas tekstos, lai ilustrētu idejas un materiālu.

Novēlam patīkamu un efektīvu lasīšanu, un radoši grandiozus risinājumus!

2.1: Pirmā nodaļa: Sistēmas elementu pabeigtības likums

Mākslas un amatniecības muzejā Parīzē, virs lielajām kāpnēm, gaisā lido franču izgudrotāja Klementa Adēra (*Clement Ader*) konstruētais lidaparāts. 1900. gadā šī lidojošā iekārta pat spēja veikt īsu lidojumu pāris centimetru augstumā. Mūsdienās, iespējams, tas izraisa smaidu, taču tobrīd tas bija milzīgs panākums.

Vai Adēra radīto iekārtu varam uzskatīt par lidmašīnu? Cik gan tehniski dzīvotspējīga bija konstrukcija tolaik, kad tā tika radīta? Kurš un kurā valstī radīja pirmo lidaparātu? Kādas kļūdas pielaidusi pirmie aviatori? Šeit īsti vietā būtu citēt amerikāņu profesoru Semjuelu Lengliju (*Samuel Langley*) kurš strādājis ar aviācijas teoriju. Kad viņam tika uzdots jautājums, kāpēc pirmie aviatori piedzīvojuši neveiksmes, viņš atbildēja: "Iespējams tālab, ka cilvēki apskatīja jautājumu no nepareizās puses un centās konstruēt lidaparātu vēl pirms bija izpratuši uz kā balstās lidošanas likumi."

Pirms censties atbildēt uz augstāk minētajiem jautājumiem, un ne tikai saistībā ar lidaparātiem, bet jebkuru citu tehnisku sistēmu, ir nepieciešams zināt un būt spējīgam pielietot Tehniskās sistēmas attīstības likumus. Sāksim ar sistēmas elementu pabeigtības likumu.



Avion III de fr:Clément Ader. Musée des Arts et Métiers, Parigi (www.wikipedia.org , Photo et photo-montage © [Roby](#))

Definīcija

Nepieciešamais nosacījums dzīvības neizmantotajām spējām tehnisko sistēmu likumā ir pamata elementu klātbūtne un to minimāla darbība (*H. S. Altšullers, Radošums kā eksaktā zinātne: Radošo problēmu risinājumu teorija* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 223.)

Sekas

Lai tehniskā sistēma būtu vadāma, vismaz vienai no tās elementiem jābūt kontrolējamam. "Būt kontrolējamam" nozīmē mainīt tā uzstādījumus atbilstoši vadītāja prasībām.

Sistēmas elementu pabeigtības likums pieder plašākai Statisko likumu kategorijai, kas nosaka tehnisko sistēmu darbības sākumu. Tomēr būtiski ir saprast, ka likums attiecas ne vien uz tādām "tehniskām sistēmām" kā loks, akmens cirvis vai katapults. Jebkura tehniska sistēma evolūcijas laikā maina savu veidolu. Bieži vien pilnībā mainās viens vai pat vairāki tehniskās sistēmas elementi. Elementu mainības iespaidā, var rasties jauna elementu sistēma un sistēmas elementu pabeigtības likums ir piemērojams gan tai, gan jaunajai sistēmai.

2.1.2. Teorija

2.1.2.1 Informācija

Jebkura tehniskā sistēma sastāv no noteiktiem elementiem. Aplūkojot tehnisko sistēmu, iespējams izšķirt arī tās elementus. Pildspalva sastāv no ietvara, tintes serdeņa un uzgalīša. Šādu aprakstu izmantojam, lai piešķirtu iekārtai vai tehniskajai sistēmai detalizētāku aprakstu un sniegtu skaidrāku izpratni par tās darbības principiem. Šis ir sistēmas modelis, kas darbojas tās apakšsistēmu komponentēs. Ir samērā daudz sistēmu modeļu: piemēram, automašīnas vai



lidaparāta attēls, tālruņa aparāta elektroniskā shēma, apraksts par datoru, apraksts par brillēm – šie visi ir dažādu tehnisko sistēmu modeļi.

Modelis, kas izmantots sistēmas elementu pabeigtības likumā nosaka jebkuras tehniskās sistēmas galvenos elementus no to darbības un evolūcijas skatpunkta. Galvenais minētā modeļa mērķis ir tā pielietojums problēmas risināšanā. Šis modelis konstruēts ar noteiktiem mērķiem, piemēram, iekārtas fotogrāfija dod vispārēju priekšstatu par tās izskatu, sastāvdaļu zīmējumi apraksta būtiskas iekārtas sastāvdaļas. Modelis būs derīgs, ja tas ļaus sasniegt izvirzītos mērķus un sniegs atbildes uz izvirzītajiem jautājumiem. Piemēram, automašīnas aerodinamiskais modelis ļauj mazināt vēja radīto pretestību brauciena laikā.

Dotā modeļa mērķis ir vispārināt visas tehniskās sistēmas un atspoguļot vispārējās tehniskās sistēmas īpatnības.

Minimālā sistēmas elementu darba kapacitāte ir spēja nodrošināt sistēmas elementu saskaņotu darbību, lai veiktu tehniskās sistēmas pamata funkcijas. Funkcijas darbības kritērijs ir elementu parametru vērtību izmainīšana. (Funkcijas apraksta laikā OTSM EPV modelis).

Minimālā pieļaujamā parametru vērtības izmaiņa rodas dotās tehniskās sistēmas lietotāja prasību iespaidā. Lejāk 1.4. nodaļā Intrumenti aprakstīts algoritms, kas nosaka funkciju: Kā pareizi noteikt tehniskās sistēmas funkciju.

Par piemēru ņemot automašīnas funkciju, to varētu modelēt šādi: lai mainītu personas (E=Elements) atrašanās vietu (P = pazīme) no mājām (V1=Vērtība 1) uz darba vietu (V2 = Vērtība 2). Ja būtībā jauns auto modelis spēj pārvietot personu vien pāris metru (uz jaunu atrašanās vietu), tas, protams, nav pietiekami patērētāja vajadzībām. Šādu auto visticamāk neviens neiegādāsies, lai arī auto izstrādes stadijā tas tīri labi apmierinājis auto dizaineri.

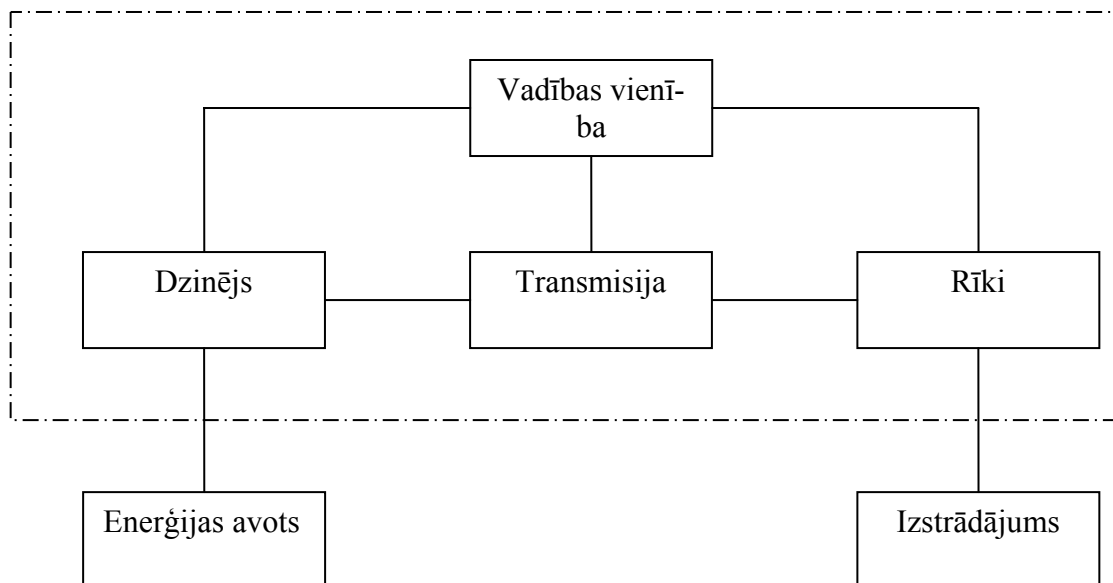
Skatoties no citas puses, minētajai tehniskajai sistēmai piemīt nepieciešamie nosacījumi tās dzīvotspējai. Tā satur pamata elementus saskaņā ar četru elementu modeli. Šiem elementiem piemīt minimālais to struktūras darbības spēks.

2.1.2.2. Biežākās kļūdas

Bieži vien saikne starp likumu un tā rezultātu nav acīmredzama. Ir būtiski izprast rezultātu loģiku un to vadāmību, kā arī to saikni ar pašu likumu, vadāmība detalizētāk skaidrota likuma rezultātā. Vadāmība saprotama kā spēja mainīt tehniskās sistēmas parametru vērtību un to elementus tās darbības laikā. Katra tehniskās sistēmas daļa darbojas vienotā “organismā” un tiek izmantota ar mērķi sasniegt pamata funkcijas. Pateicoties tam, darbinot vienu no daļiņām, iespējams darbināt visu sistēmu. Ir patiesi apgalvot arī pretējo – ja nav iespējams darbināt kādu no sistēmas pamata elementiem, arī visa sistēma nedarbojas (t.i. nav iespējams mainīt atsevišķu elementu parametru vērtību ar mērķi mainīt visas sistēmas parametrus).

2.2.1.3. Modelis

Modelis ietver galvenos tehniskās sistēmas elementus: Dzinēju, Transmisiju, Rīku, Vadības vienību. (Galvenās tehniskās sistēmas daļas ir atspoguļotas attēlā 1.3). Pamatā enerģijas avots un pats objekts neveido nekāda veida tehnisko sistēmu, piemēram, ūdens, kas atrodas upē, darbina dzirnavu ratu vai arī vējš, kas liek vēja turbīnas asmeņiem rotēt. Dažos gadījumos tomēr enerģijas avots ir iekļauts tehniskajās sistēmās, piemēram, sistēma, kas ir elektriski lādējama, ir aprīkota ar baterijām. Dzinējs un enerģijas avots bieži vien ir viens un tas pats, bet ne vienmēr. Turpmāk apskatīsim četru elementu modeļa piemēru. Iesākumā – tehniskās sistēmas funkciju definēšanu.



Attēls 1.3. Tehniskās sistēmas galvenās daļiņas

2.1.4. Instrumenti (un to lietojums)

2.1.4.1. Kā pareizi noteikt tehniskās sistēmas funkcijas

Šī ir būtiska fāze – tehniskās sistēmas funkcija jādefinē pirms sistēmas elementu pabeigtības likuma izmantošanas praksē.

Funkcija slēpjas sistēmas eksistences mērķī – sistēmai jābūt pēc iespējas precīzākai tā mērķa īstenošanai, kādam sistēmu izmantosim. Ja nav zināms, kāda ir sistēmas funkcija, nav iespējams definēt sistēmas būtību, kā to paredz četru elementu modelis. Šajā gadījumā runāt par sistēmu nav jēgas.

Būtiskas piezīmes

(*) Tehnisko sistēmu var pārstāvēt dažādi modeļi ar mērķi izpildīt dažādas funkcijas.

(**) Jāatceras, ka analogiskas situācijas var parādīties daudzkrānu shēmas analīzes (tekstā arī Sistēmas operatora analīze) laikā. Ja funkcija nav definēta, nav iespējams nonākt pie lietojama analīzes rezultāta. Iepriekš nenosakot tehniskās sistēmas funkcijas, nav iespējams apskatīt sistēmas struktūru, izmantojot OTSM-TRIZ – radošo problēmu risināšanas teoriju.

Sistēmas struktūra

Ko saprot ar sistēmas struktūru? Tas ir komponentu un starpsaikņu kopums sistēmā, kā rezultātā rodas kvalitāte, ko sauc arī par funkcijas izpildi, ar kuras palīdzību sasniedz formulētos, iepriekš izvirzītos mērķus. Viss, kas sistēmā funkcionē ar mērķi uzlabot funkcijas kvalitāti, ir sistēmas komponenti. Sistēmā mēdz būt arī citi elementi, kas nefunkcionē. Pat ja šie elementi atrodas sistēmā, tos nevar definēt kā sistēmas komponentus, ja tie nefunkcionē. No otras puses – elementi, kas fiziski atrodas tālu prom no sistēmas, un tiem ar sistēmu nav nekādas saiknes, tomēr var būt daļa no sistēmas, ja definētas to funkcijas. Tātad – ja funkcijas definētas precīzi, bieži vien izveidojas jauna tehniskās sistēmas vīzija un iespējams atklāt iepriekš nepamanītas kopsakarības.

Definējamās funkcijas algoritms

Definējamās funkcijas algoritms ietver 3 soļus:



1. Vispārējais funkcijas valodas modelis. Pirmais solis – persona skaidro vārdos, ko vēlas sasniegt ar šo sistēmu. Studenti parasti to paveic ātri un veiksmīgi pāriet pie otrā soļa. Nereti var rasties grūtības vienoties par funkciju verbālu aprakstu. Lai nonāktu pie vienošanās, nepieciešams otrais solis.

2. Darbības vārda – lietvārda modelis – vērtības analīzes modelis. Šis ir universālā semantiskā koda un vērtības analīzes modelis. Praksē atsevišķi darbības vārdi bieži parādās tehniskās sistēmas funkciju analīzes laikā, jo īpaši tas raksturīgs komplicētām sistēmām. Lietvārds parasti apraksta izstrādājumu, kas tiks mainīts, savukārt darbības vārds raksturo veidu kā izmaiņas tiks veiktas. Šī pieeja noderīga veicot funkcionālo analīzi, turklāt šo pieeju daudz noderīgāk izmantot nekā mutisko modeli, izmantojot universālo izteiksmes veidu. Tomēr var rasties sekojošas problēmas. Pirmkārt, sinonīmi – katrs no tiem rada asociācijas un rodas psiholoģiskais inertums, kas aizkavē problēmas risināšanu. Otrkārt, pieredze rāda, ka daudzos gadījumos šis modelis var novest nepareizā virzienā vai pat strupceļā.

3. Četru darbību EPV Modelis – OTSM EPV funkcionālā apraksta modelis. EPV modelis pieļauj dziļāku analīzi, lai precīzāk aprakstīt tehniskās sistēmas funkcijas. Ir iespējas attīstīt un uzlabot šo modeli, kas ļauj to atzīt par labāku nekā Lietvārdu – darbības vārdu modelis. Šī modeļa ietvaros lietojami četri specifiski darbības vārdi un jāapraksta funkcija, izmantojot OTSM EPV modeļa terminoloģiju.

- 3.1. Pirmkārt, nepieciešams definēt “elementu”. Otrā soļa gaitā, definē darbības vārdu un lietvārdu. Lietvārds ir elements, precīzāk, izstrādājums. Ja pārejot uz trešo soli nepieciešams vēl kāds elements, tas nozīmē, ka pirmais ticis nepareizi noteikts. Šādā gadījumā jāatgriežas pie otrā soļa un jākonkretizē Darbības vārda – Lietvārda modelis. Darbības vārds apraksta kāda veida izmaiņas, kamēr funkcija izsaka šīs izmaiņas. Izmantošanai paredzēti četru veidu darbības vārdi: četru veidu iespējas veikt izmaiņas: mainīt, samazināt, palielināt (šīs ir variācijas, nereti ir nozīmīgi konkretizēt izmaiņas) un pēdējais – saglabāt. Runājot par vadību un kontroli, nepieciešams mainīt, precīzāk – izmantot divkārtšo pārmaiņu – samazināt un palielināt.
- 3.2. Ko tieši mēs mainām? Ko nozīmē mainīt elementu “E”? Mēs izmainām noteiktu šī elementa pazīmi – „P”.
- 3.3. Kā izmainīt šo parametru (pazīmi)? Izmainot parametra vērtību: “pazīmes vērtību”. Veicot modeļa aprakstu nepieciešams norādīt: “Parametra N pazīmes vērtības izmaiņa no V1 uz V2”. Piemēram, vērtības maiņa daļēji pabeigta izstrādājumam (izejmateriāla maiņa) izmaina izstrādājuma vērtību. Šādi iegūts vismaz viens parametrs.

Piezīme:

(*) Būtiski atcerēties, ka viena funkcija var veikt viena parametra izmaiņas. Ja pieejami vairāki parametri, ir arī vairākas funkcijas, kas nozīmē, ka ir vairākas ierobežotas sistēmas.

Tālab ir arī ceturta tipa darbība – “saglabāt” – nevis mainīt. Apmācībuursos šī ir psiholoģiska pieeja. Nereti studentiem tā vietā, lai kaut ko mainītu, vienkāršāk ir saglabāt. Tipisks piemērs ir šāds jautājums – kāda ir pudeles funkcija? Atbilde skan: saturēt ūdeni. Pēc definīcijas, funkcija allaž ietver kādas izmaiņas. Nonākot saskarsmē ar “saglabāt”, sastopamies ar psiholoģisku inertumu jeb kūtrumu. Apzīmējums “saglabāt” kalpo kā indikators dziļi slēptiem procesiem, kas būtu jāizprot. Sakot “saglabāt”, jāpārdomā jau nākamais solis – kas jāmaina, lai varētu

saglabāt esošo – lai izvairītos no nevēlamām izmaiņām un saglabātu esošo stāvokli.

Algoritms ļauj veikt dziļāku analīzi, formulēt funkciju precīzāk un definēt sistēmas elementus.

Piemērs

Aplūkosim tradicionālo auto pielietojumu – pārvadāt cilvēkus un priekšmetus.

Pirmais solis

Pirmais solis ir kopīgas valodas modeļa funkcija. Auto parasti izmanto cilvēku un priekšmetu transportēšanai no vienas vietas uz citu. Šobrīd netiek izskatītas citas auto funkcijas, piemēram, pasargāt pasažierus no lietus vai mērīt attālumus starp dažādiem punktiem. Protams, auto var arī kalpot kā noliktava un daudzām citām funkcijām (šis ir labs treniņš, kas vairāk piemērots iztēles veicināšanai).

Otrais solis

Izstrādājums: persona. Funkcija: pārvietot personu.

Trešais solis

Šis ir EPV modelis, kur E ir “Elements”; P ir “Parametra pazīme” un V ir “Pazīmes vērtība”. Izmantojot piemēru ar auto, E ir persona, P ir personas atrašanās vieta, V1 ir mājās un V2 ir darba vieta.

2.1.4.2. Kā pareizi noteikt tehniskās sistēmas elementus

Piezīmes

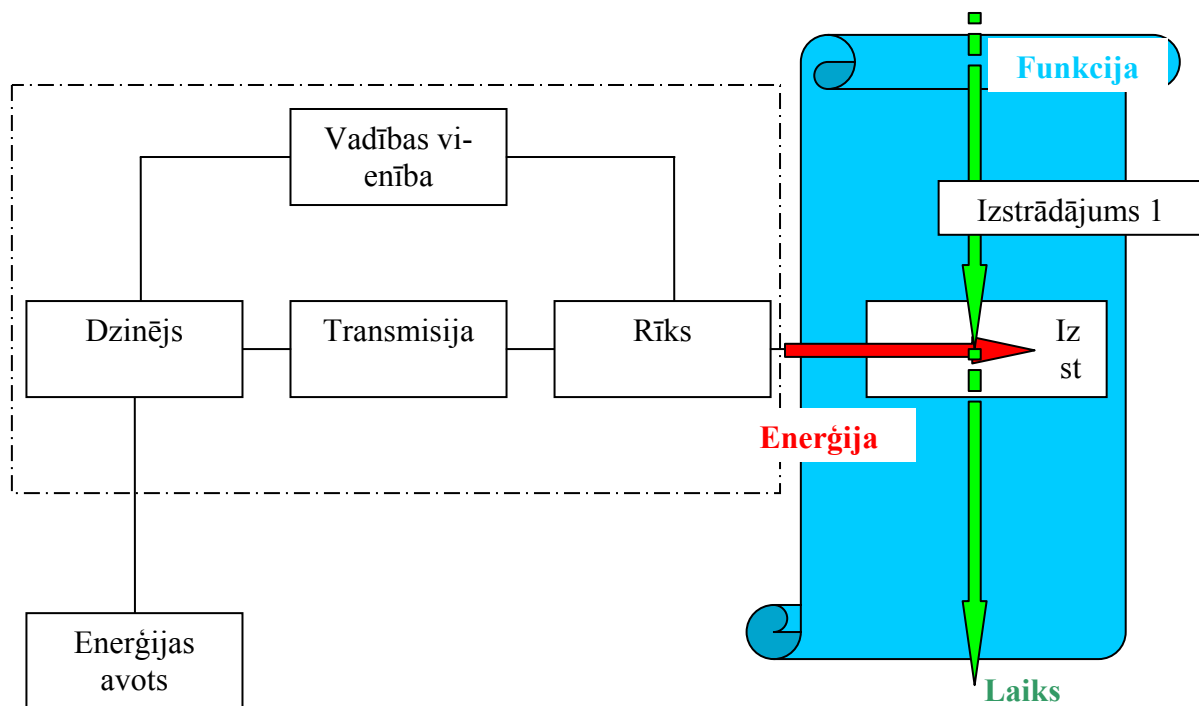
(*) Biežpielaista kļūda ir pirms noteikt sistēmas funkciju definīcijas, censties definēt tās galvenos elementus saskaņā ar četru-elementu modeli. Šādā gadījumā tehnisko sistēmu analīze nosaka tās galvenos elementus un pārstāv subjektīvu viedokli: “Man tā šķiet, es to tā redzu...”

Izstrādājums

Nosakot funkciju automātiski tiek definēts izstrādājums. Izstrādājums tiek noteikts kā funkcijas papildījums izmaiņu procesā. Rīks ir sistēmas daļa, kas mijiedarbojas ar izstrādājumu, piemēram: virpas grieznis, nevis pati virpa, naža asā mala, nevis pats nazis. Lai realizētu funkciju (materiālā objekta izmaiņu), nepieciešama enerģija, – tāpēc nepieciešams dzinējs. Dzinējs ir tā sistēmas daļiņa, kas pārveido pieejamo enerģijas veidu nepieciešamajā veidā – Rīkā – lai īstenotu funkciju. Transmisija ietver sistēmas elementus, kas pārveido pieejamo enerģijas veidu Rīkā no Dzinēja.

(*) Apzīmējums “izstrādājums” izmantots, lai apzīmētu izstrādājumu (objektu), kas ir gatavs izmantošanai ikdienā. Vispārīgi spriežot, svaigi dārzeņi, kas pagatavoti vārot ūdenī, ir vārīti produkti, kas paredzēti ēšanai. Efektīvākie modeļi, kas izstrādāti OTSM-TRIZ teorijā, izmantoti situāciju analizēšanai ar mērķi atrisināt problēmu. Tas, ko saucam par izstrādājumu, nav gala izstrādājums, bet gan daļēji pabeigta izstrādājuma transformācija (Izstrādājums 1) lietošanai pabeigtā izstrādājumā (Izstrādājums 2) citā sistēmā vai ar cilvēku starpniecību. Šajā konkrētajā gadījumā Izstrādājums tiek vērtēts pēc daudzskrāņu shēmas kritērijiem.

Izstrādājums 1 eksistē neilgu laiku. Rīku ietekmē funkcijas realizēšanas laikā veidojas cits Izstrādājums. Procesā rezultātā rodas Izstrādājums 2, kas ir gatavs lietošanai. Tātad uz daudzskrāņu shēmas laika ass atrodas 3 ekrāni (jeb trīs dažādi parametri). Visi parametri iekļauti Izstrādājumā, kura mērķis ir izpildīt funkciju. Funkcijas izpildes laikā nepabeigtais izstrādājums soli pa solim izveidojas par izstrādājumu, kas gatavs lietošanai citā sistēmā vai cilvēku vajadzībām.



Attēls 1.4. Pāreja no Izstrādājuma 1 uz Izstrādājumu 2

Biežākās kļūdas

Tradicionāli katrs var noteikt daudzekrānu shēmas definīciju, tomēr realitātē, kad runā par Izstrādājumu, to ir grūti izprast. Tāpēc nepieciešams lietas skatīt kopumā, attīstībā un kustībā.

Rīki

Ja nepieciešams veikt izmaiņas, vismaz viens parametrs var mainīt vērtību. Materiālā sistēmā parasti maina materiālu objektu, lai mainītu parametra vērtību. Pat ja tiek mainīta objekta atrašanās vieta, nepieciešams enerģijas avots. Šo izmaiņu ievieš Rīki. Rīki cieši sadarbojas ar Izstrādājumu..

Piemērā ar auto: Izstrādājums ir persona. Dotajā situācijā nepieciešams mainīt personas atrašanās vietu. Kas maina personas atrašanās vietu? Pat ne auto, bet gan tas elements, kas tieši mijiedarbojas ar personu –sēdekļis.

Altšullers sniedz klasisku piemēru: Rīks nav virpa, bet gan griezējs, kas ir rīka sastāvdaļa. Griežot ar nazi ābolu, rīks nav nazis, bet gan naža asmens. Šī ir būtiska nianse.

Dzinējs

Tiklīdz noteikti Rīki, atgriežamies pie enerģijas jautājuma. Lai mainītu kādu no materiālā objekta parametriem, nepieciešams tērēt enerģiju. Kāda veida enerģija ir iesaistīta funkcijas izpildīšanā?

Pieņemot, ka ne tikai enerģijas caurplūsma, bet arī dažādu enerģiju transformāciju ķēde ir iesaistītas šajā procesā. Piemērā ar auto, ir nepieciešams pārvietot personu no viena punkta uz citu. Tā ir lineāra kustība. Ja šim mērķim patērē kinētisko enerģiju, tā no kāda avota ir jāsaņem. Lai veiktu šo transportēšanu, nepieciešama lineārā kinētiskā enerģija. Tātad nepieciešams atrast vietu, kur auto rodas lineārā kinētiskā enerģija un kā tā sasniedz Rīku. Ir nepieciešams definēt, kas ir dzinējs (nevis auto dzinējs, bet gan dzinējs saskaņā ar četru elementu modeli).

Jāatceras, ka auto dzinējs var būt: tvaika dzinējs, iekšdedzes dzinējs, dīzeļdzinējs, mehāniskais strāvas pārveidotājs uz atsperes vai gumijas detaļu bāzes, strauja degvielas vai šķidruma plūsma, spararats (līdzīgi kā bērnu rotaļlietām) un daudz citu lietu...

(**) Iepriekš minētie piemēri ir auto detaļas, ko ikdienā sauc par dzinēju. Kas ir dzinējs tradicionālam auto pēc četru elementu modeļa, ja izvēlamies dažādas situācijas? Tam nav noteikti jābūt auto motoram. Piemēram, ar gaisu pildītas mucas var pildīt dzinēja funkciju paceļot virszemē upē nogrimušu auto.

Runājot par dzinēju OTSM teorijas ietvaros problēmu risināšanai, ir runa par pēdējo strāvas pārveidotāju (Energijas avota primārā enerģija) no vienas formas citā, kas pieejama esošajā tehniskajā sistēmā. Šī enerģija viena vai vairāku soļu laikā tiek pārveidota, lai atbilstu tai, kāda nepieciešama Rīkam. Ir pieejama transformāciju ķēde, no kuras jāizvēlas pēdējais variants, kas ļauj saņemt enerģiju, kas nepieciešama funkcijas izpildei. Minimālās tehniskās sistēmas saikne rodas tur, kur enerģijas pārveidojumi pāriet no viena otrā, lai Rīks varētu realizēt tam paredzēto funkciju. Šajā brīdī ir būtiski atrast skaidrojumu neskaidrajiem un nevēlamajiem efektiem procesā.

Transmisija

Transmisija ietver visus tehniskās sistēmas elementus (apakšsistēmas) ar kuru starpniecību enerģija transformējas nemainot savu veidu. Enerģija tiek pārnesta no Dzinēja uz Rīku. Būtiski atzīmēt, ka šī procesa analīze ir īpaši nozīmīga pētot neskaidru efektu gadījumus.

Shematiskais algoritms, kas definē minimālās tehniskās sistēmas komponentes:

1. Funkcija. OTSM algoritms.
2. Izstrādājums
3. Rīks
4. Dzinējs
5. Transmisija

2.1.4.3. Kā novērtēt tehniskās sistēmas elementu darbības kapacitāti

1. Četru elementu klātbūtne sistēmā
2. Darba kapacitāte katrā elementā ārpus sistēmas
3. Darba kapacitāte katrā elementā sistēmas ietvaros
4. Novērtēšana saskaņā ar citiem tehnisko sistēmu likumiem

2.1.4.4. Kā novērtēt tehniskās sistēmas elementu darbību

1. Vadāmības esamība – vai tehniskajā sistēmā ir vadāms elements?”
2. Kāda ir vadāmības pakāpe trim pārējiem elementiem? (Izvērtēt, vai tie labi tiek galā ar uzdevumu, vai arī nepilda to pienācīgi)
3. Kādi vadības parametri ir pieejami?

2.1.5. Piemērs (Problēma - Risinājums)

Piemērs: Dzinēja rīcībnespējas nosacījumi

Ņemot par pamatu auto ar iekšdedzes dzinēju, apsvērsim sekojošo funkciju: “Pārvietot sevi no vienas vietas uz otru”;

Izvirzīsim jautājumu: “Pie kādiem nosacījumiem auto neizpildīs tā funkcijas – nepārvietos sevi, personas un priekšmetus?”

Iespējams, ka viens elements no četriem iztrūkst: Dzinējs, Transmisija, Rīks, Vadības sistēma. Ko tas nozīmē?

Piemēram, ja kopējā sistēmā iztrūkst vai nedarbojas Dzinējs: Ja auto būtu uz mēness, problēma būtu skābeklis, kurš nepieciešams iekšdedzes dzinēja funkcionēšanai, un kura trūkst uz mēness. Šajā gadījumā Dzinēja rīcībnespējas cēlonis ir viena enerģijas avota elementa trūkums: degvielas un skābekļa maisījuma trūkums.

Ilustrācijai vēl kāds saistīts piemērs. Iekšdedzes dzinējam nav nepieciešama tīra degviela, precīzāk – nepieciešams degvielas un skābekļa maisījums noteiktās proporcijās – nelielas degvielas pilītes gaisā, degvielas migla sagatavo vienu no dzinēja sadaļām – karburatoru. Iekšdedzes dzinējs nepildīs savu funkciju, ja cilindrus piepildīs ar degvielu. Ja izmaina degvielas kvalitāti tādā mērā, ka minētā migla neveidojas, degviela netiek sadedzināta un dzinējs nevar pārveidot degvielas ķīmisko enerģiju mehāniskajā enerģijā, kas darbina virzuļus. Kādā detektīvfilmā galvenais varonis auto degvielas tvertnē iepildīja parastu cukuru, lai viņa vajātāji nevarētu darbināt auto un dzīties viņam pakaļ. Degvielas sīrupam (cukurs!), kas šādi rodas, starp citu, ir daudz citu labu īpašību, piemēram, viskozitāte. Šajā gadījumā nepieciešamā degviela iekšdedzes dzinējam nav pieejama – nepieciešamā migla neveidosies, dzinējs nedarbosies un auto nekustēs ne no vietas. (Šo joku labāk neatkārtojiet, jo tas var neatgriezeniski sabojāt dzinēju).

Atcerieties:

Ir būtiski analizēt visu transformāciju ķēdi, tehniskās sistēmas funkcionēšanu un tās detalizētu struktūru, lai analizētu tehnisko sistēmu un atrisinātu problēmu.

Piemērs: Transmisijas nepietiekamība

Auto nevar izpildīt tam uzstādīto funkciju ja nav transmisijas vai tā ir darbnespējīga. Transmisija ir daļa no tehniskās sistēmas, kas pārnes enerģiju no Dzinēja ar mērķi piegādāt to Rīkam. Gadījumā ar auto ar iekšdedzes dzinēju cilindros notiek virzuļu kustība turp un atpakaļ. Ja šī darbība vienkārši tiek pārveidota uz riteņiem (kā vēzienu kustības uz priekšu un atpakaļ), auto nekustēsies. Mehāniskajai enerģijai nepieciešams transformēties cita veida enerģijā, kā rezultātā virzuļu darbībai jānovied pie riteņu rotācijas. Šim nolūkam auto ir vairāki pārnesumu mehānismi: piedziņas vārpsta, zobratu pārnesums, sajūgs u.c.



Piemērs: Rīku nepietiekamība

Auto nevar veikt formulēto funkciju (pārvietot sevi no viena punkta uz citu) ja Rīki nedarbojas vai to nav. Riteņi virza auto pa ceļa virsmu uz priekšu. Piemēram, riteņi nevar strauji uzsākt braukt uz slidena ceļa. Berze, sajūga darbība, spolēšana uz ceļa seguma, tas viss ir nepieciešams, lai auto iekustinātu. Standarta auto, kas spēj slīdēt pa slapju ceļu, nevar pārvietoties pa upi vai ezeru. Šajā gadījumā nepieciešama papildu iekārta, piemēram, speciāli riteņi ar asmeņiem vai dzenskrūve kā kuģim.

Attēlā lejāk redzams amfikārs (*Amphicar*). Tā kustības laikā uz ūdens tā Rīki (saskaņā ar četru elementu klasifikācijas modeli) ir divi vidēja izmēra propelleri.



Piemērs: Vadības vienības darbnespēja

Auto nevar pilnvērtīgi veikt savu funkciju arī ja nedarbojas Vadības vienība. Kontroles sistēma parasti ietver stūres vadību, bremzes, atpakaļskata spoguļi. Tomēr pirmkārt nepieciešams nodrošināt operatīvu dzinēja darbību. Nav pietiekami aizpildīt auto cilindrus ar iesmidzināto degvielas miglu, tai jātiek transportētai konkrētā momentā - ne ātrāk un ne vēlāk. Tai nepieciešams uzliesmot, precīzāk, radīt degvielas dzirksteli mirklī, kad degvielas migla ir piegādāta cilindriem. Šajā brīdī svarīgi atbrīvot radušās izplūdes gāzes no cilindriem. Vairumā gadījumu auto kopējā darbība ir ieprogrammēta dzinēja vadības sistēmā, vadītājs pats kontrolē tikai atsevišķas tās darbības.



Piemērs

Kā pēdējo piemēru iedomājieties kuriozu skatu: akmens laikmeta auto. Kā tas izskatījās? Auto bija gan riteņi, gan dzinējs, gan korpuss, gan kabīne vadītājam... Tomēr šis auto nekad nespēs pildīt tam paredzēto funkciju: „Pārvietot cilvēkus un priekšmetus no viena punkta uz citu”. Šis



akmens laikmeta auto nespēj sevi pārvietot, jo tā daļas nespēj darboties ne atsevišķi, ne vienotā sistēmā.



2.1.6. Pašnovērtējums

Jautājumi un uzdevumi

1. Kāda starpība starp tehnisko sistēmu un tehnisku objektu?
2. Kādi elementi iekļauti tehniskās sistēmas četru elementu modelī?
3. Kā definēt „Sistēmu elementu pabeigtības likumu”?
4. Kādi nosacījumi ir būtiski kontrolējamas tehniskās sistēmas pastāvēšanai?

Kopsavilkums

Jebkuru tehnisko sistēmu varam iedomāties kā četru elementu modeli, kas satur Dzinēju, Transmisiju, Rīkus un Vadības sistēmu. Tehniskā sistēma darbosies, ja tajā kā minimums būs šie četri darbības elementi.

Definīcijas

Tehniskā sistēma, Tehniskās sistēmas funkcija, Modelis, Apakšsistēma, Attīstība, Dzinējs, Transmisija, Rīki, Vadības sistēma, Produkts, S-likne.



2.1.7. Atsauces

1. **Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979., 123.lpp. (krievu val),
2. **Алтшуллер, Г. С.**, *Radošums kā eksaktā zinātne. Radošo problēmu risināšanas teorija* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 223.-224. lpp.
3. **Саламатов Ю.**, Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. — Петрозаводск: Карелия. 1991., 62-67. lpp. (krievu val.)
4. **Komenko, N.**, *Inovatīvā dizaina kursa rokasgrāmata profesionāļiem*. (Strasbūra, 2003 – 2009).
5. **Komenko, N.**, “Sistēmas elementu pabeigtības likums OTSM – TRIZ interpretācijā” (krievu val.) (manuskripts, Karlsrūe, 2008. gada 9. jūlijs).



2.2 Otrā nodaļa: Sistēmas enerģijas caurplūsmas likums

Saskaņā ar Vācijas satiksmes noteikumiem, velosipēdiem, kas naktīs atrodas uz ceļa, jābūt aprīkoti ar gaismas ķermeņiem velosipēda priekšpusē un aizmugurē. Pamata enerģijas avots šīm iekārtām parasti ir dinamo iekārta, nevis baterijas, akumulatori vai pat saules kolektori. Kāpēc? Ir likumi, kas, juristu vārdiem sakot, „rakstīti ar asinīm”. Precīzāk – tie apkopo plašu pieredzi, tostarp stipri negatīvu, kā arī pieredzi kā uzveikt problemātiskas situācijas. Citiem vārdiem – objektīvā likumā iekļauti gan ieteikumi tā izmantošanai, gan sods par pieļautajām kļūdām – tā neievērošanu.

Atgriežoties pie velosipēda, precīzāk, pie apgaismes un signalizēšanas sistēmas, šī sistēma ir velosipēda būtiskākā detaļa, pārvietojoties diennakts tumšajā laikā. Velosipēda enerģijas avots ir velosipēdista muskuļu spēks. Velosipēda kustības laikā allaž ir mehāniskās enerģijas avots, ko dinamo iekārta var pārvērst elektroenerģijā. Šis enerģijas avots ir uzticamāks kā baterijas vai akumulatori un nav pakļauts velosipēdista paviršībai vai aizmāršībai. Bez šaubām arī šai tehniskajai sistēmai ir savi mīnusi. Turpmāk problēmas apskatītas detalizēti un izskatīti arī iespējamie risinājumi.

2.2.1. Definīcija

Sistēmas enerģijas caurplūsmas likums: Neaizvietojsams priekšnosacījums tehniskās sistēmas pastāvēšanai ir netraucēta enerģijas pieejamība visiem sistēmas elementiem.

Altsullers, G. S., *Radošums kā eksaktā zinātne. Radošo problēmu risināšanas teorija* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 225. lpp.)

Būtiski: Lai nodrošinātu sistēmas elementu kontroli, nepieciešams nodrošināt enerģijas caurplūsmu starp konkrētiem sistēmas elementiem un vadības orgāniem. *Ibid.*, 226-227. lpp.

Tehniskās sistēmas caurplūsmas vadāmības likums pieder plašākai – statisko likumu – kategorijai, kas nosaka tehnisko sistēmu darbības uzsākšanu.



2.2.2. Teorija

Enerģijas caurplūsma kā tehniskās sistēmas aprēķināmais parameters

Tehniskās sistēmas dzīvotspējas pirmais nosacījums aprakstīts Sistēmas elementu pabeigtības likumā – sistēmas pamata elementu klātbūtne (Dzinējs, Transmisija, Rīki un Vadības vienība) un minimālā to darbības kapacitāte.

Sistēmas dzīvotspēja ir kvalitatīvs rādītājs, kas ietver vairākus mērāmus parametrus. Tehniskās sistēmas spēja veikt funkciju, tikt darbinātai, sadarboties un līdzpastāvēt, kā arī sacensties ar citām tehniskajām sistēmām, atkarīga no dažādiem mērāmiem parametriem, kas atsevišķi definēti katrai tehniskajai sistēmai, piemēram, ātrums, uzticamība, izmaksas, pielietojumu amplitūda u.c.

Konkrētas tehniskās sistēmas dzīvotspējas definīcija izstrādājas tās attīstības procesā. To papildina jauniegūtie parametri.

Tādējādi papildu kritēriji – mērāmie parametri – ir nepieciešami lai palielinātu tehniskās sistēmas dzīvotspēju augošu prasību apstākļos konkurētspējīgā vidē, kad lietotāji nosaka veikto funkciju parametrus un tehniskās sistēmas attīstību. (Šajā gadījumā runa ir tikai par mērāmajiem parametriem tehniskās sistēmas modelī.)

Atgriežoties pie piemēra ar velosipēdu, var izdarīt secinājumus. Kāda nozīme ir apgalvojumam: “tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nodrošināšanai ar enerģijas caursplūsmu visiem sistēmas elementiem papildus tehniskās sistēmas pamata elementiem nepieciešami: Dzinējs, Transmisija, Rīki”? Baterijas kā “Dzinējs” ir aplams jēdziens velosipēda apgaismes tehniskajai sistēmai no mehāniskās enerģijas pārvietošanas un

transformēšanas viedokļa. Baterijas un akumulatori šai tehniskajai sistēmai var tikt izmantoti kā papildu enerģijas avots un dzinējs. Enerģijas caurplūsma tiek nodrošināta ar enerģijas avota starpniecību – velosipēdista muskuļu spēku, kas nāk caur Dzinēju un tiek pārvietots ar Rīku palīdzību uz Izstrādājumu (personas maņu orgāniem, konkrētāk, acīm).

Biežākās kļūdas

Lai izprastu un aptvertu Tehnisko sistēmu enerģijas caurplūsmas likumu, nepieciešams uzmanīgi izlasīt definīcijas, teoriju un piemērus. Nesteidzieties. Jaunas idejas ir grūti aptvert un pieņemt ne vien pasaulei un sabiedrībai, bet arī mūsu prātam.

Enerģijas caurplūsma ir būtiska pirmkārt ne vien tehniskajā sistēmā, bet arī tehniskās sistēmas lietotājam. Pievērsiet uzmanību definīcijai: „Pamata dzīvotspējas nosacījumi”. Precīzāk – šeit domātas tehniskās sistēmas spējas, kas ļauj pildīt tās funkciju.

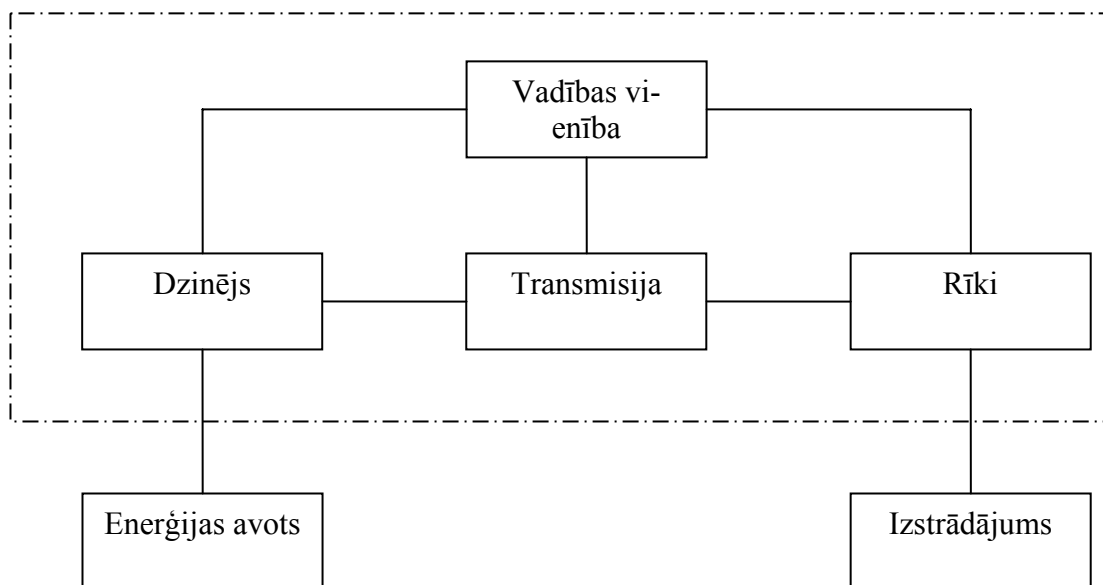
Piemērs 2. 1: Sarkanais pavediens. (Teorijas skaidrojums)

Kopš 1776. gada, sekojot Jūras lietu ministrijas rīkojumam, ražotņu darbinieki, kas gatavoja virves militārajai flotei, sāka ievīt virvēs sarkanu pavedienu. Pavediens tika ievīts tā, ka pat no neliela virves gabaliņa to nebija iespējams izņemt. Kāds bija šīs darbības mērķis? Tas ļāva atrisināt divas problēmas vienlaikus. Pirmkārt, virves mēdza nolietoties un pie noteiktas nodiluma pakāpes tās kļuva bīstamas – sarkanais pavediens ļāva noteikt virves nodiluma pakāpi. Otrā problēma bija saistīta ar virvju zādzību no fabrikas – sarkanā pavediena izmantošana ļāva atpazīt zagto virvi un atklāt zagli.

Šis piemērs lieliski ilustrē enerģijas caurplūsmas likumu. Tehniskās sistēmas minimālās dzīvotspējas nodrošināšanai enerģijai kā sarkanam pavedienam jāvijas caur visiem tehniskās sistēmas elementiem.

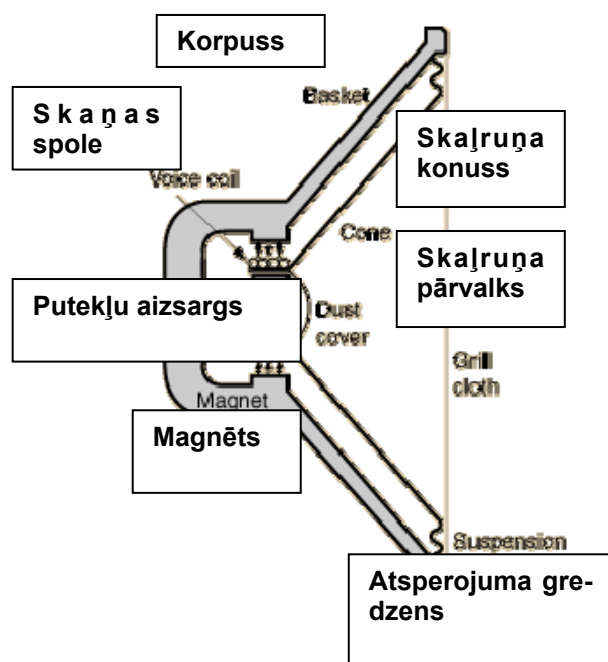
2.2.3. Modelis

2.2.3.1. Četru elementu shēma



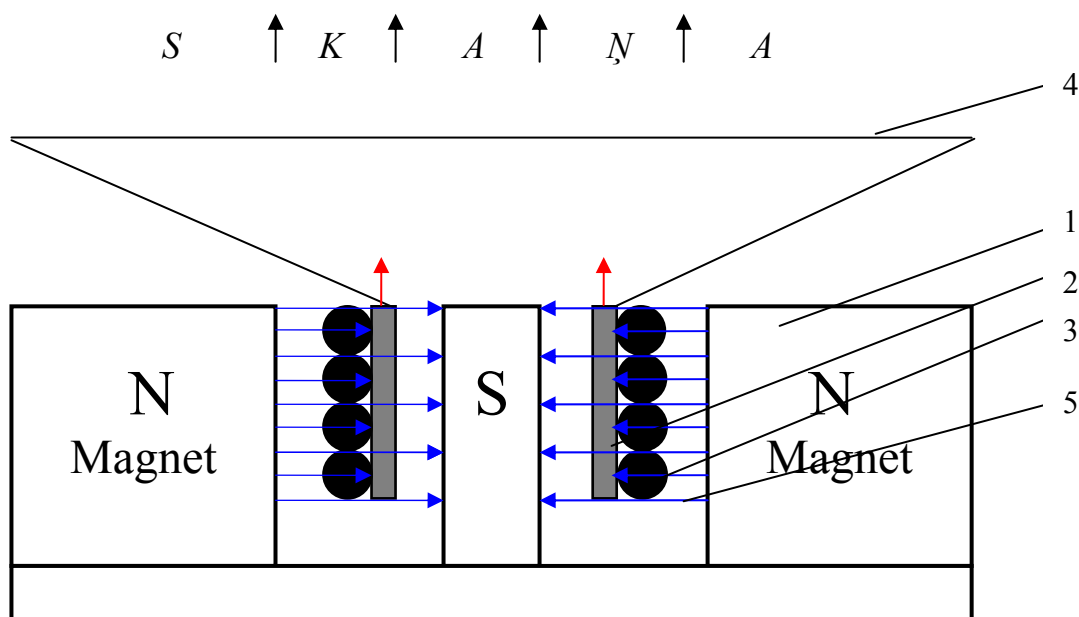
Attēls 2.1. Tehniskās sistēmas galvenie elementi.

2.2.3.2. Piemērs 2.2 (Sokolova skaļrunis) – enerģijas caurplūsma



Skaļruņa tinumam, viena slāņa spolei parasti izmanto vara stiepli. Uzsākot skaļruņu ražošanu, skaļruņos izmantotie magnēti neradīja pietiekamu magnētisko spēku, lai radītu nepieciešamo skaņas spiedienu uz skaļruņa izeju. (Piezīme: skaņas spiediens atkarīgs no skaņas stipruma skaņas vadītājā un magnētiskā lauka spēka. Cilvēka auss skaņas spiedienu uztver kā skaņas skaļumu – tieši šī sakarība rada sarežģījumus)

Attēls 2.2. Skaļrunis šķērsgriezumā



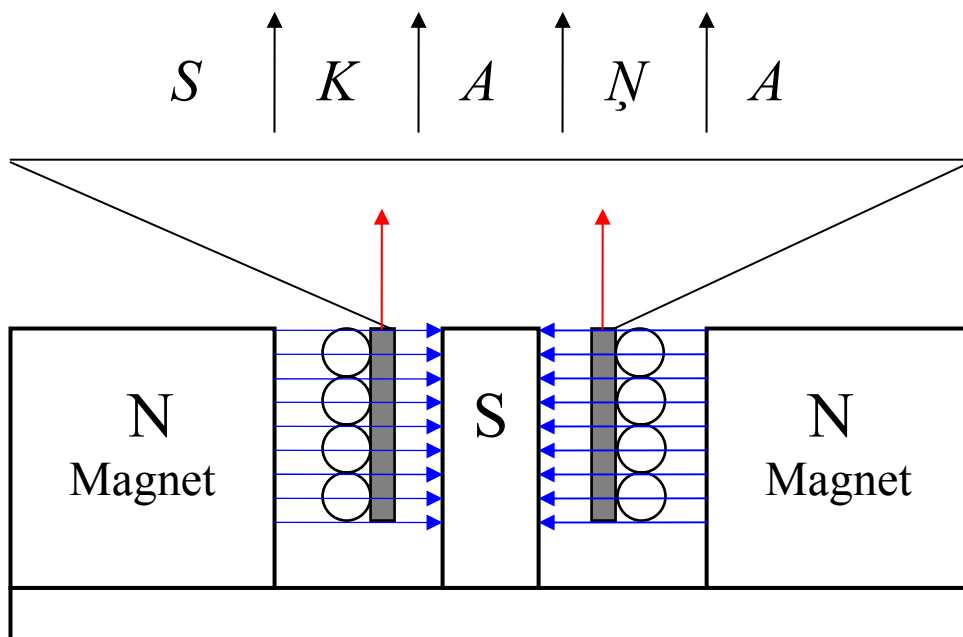
Attēls 2.3. Skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērsgriezums

Skaidrojumi:

- 1 – magnēts
- 2 – spoles komplektācija
- 3 – spoles slīpriņas
- 4 – skaņas izkļiedētājs
- 5 – magnētiskā lauka spēka darbības lauks

Pastāv vien trīs magnētiskā lauka šķēršļi, kas atrodas starp diviem magnētiskajiem laukiem un

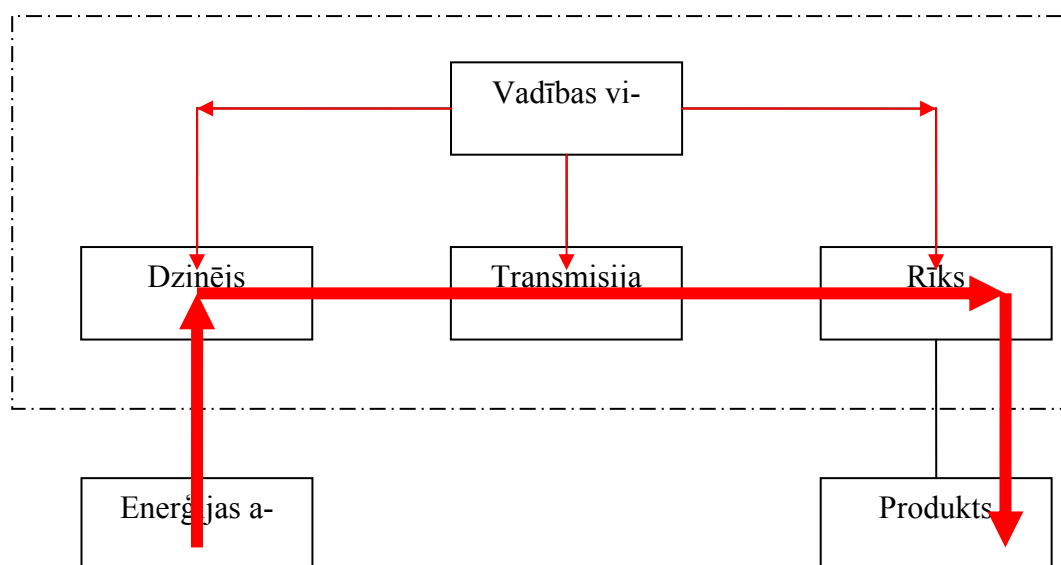
vājina magnētiskā lauka ietekmi. Šie šķēršļi ir: gaisa intervāls, izolējošā materiāla apvalks spoļei un vara stieplei. Jo mazāks būs gaisa intervāls un plānāks spoļes apvalks, jo mazāki magnētiskās ķēdes zaudējumi un spēcīgāks magnētiskais lauks. Tādējādi skaņas spiediens, un līdz ar to skaņas skaļums, būs spēcīgāks. Magnētiskā lauka zaudējumus rada arī vara vadītājs.



Attēls. 2.4. Skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērsgriezums

Attēli 2.3 un 2.4 atspoguļo izmaiņas: vara stieples vietā izmantots feromagnētisks materiāls, piemēram, tērauds. Izgudrotājs Sokolovs 1936. gadā patentēja skaļruni, kurā tinuma daļa ir izgatavota no feromagnētiska materiāla, tādējādi palielinot skaļruņa efektivitāti. Feromagnētisks materiāls labi vada magnētisko lauku, neradot zaudējumus magnētiskajā ķēdē.

2.2.3.3. Četru elementu modeļa enerģijas caurplūsma



Attēls. 2.5 Četru elementu modeļa enerģijas caurplūsma

Caurplūsmas sekas

“Lai darbotos atsevišķi tehniskās sistēmas elementi, nepieciešams nodrošināt enerģijas caurplūsmu starp šiem elementiem un vadības vienību”. Ko tas nozīmē? Ir nepieciešams:

1. Konstruēt tehniskās sistēmas četru elementu modeli.
2. Izpētīt, vai tehniskajā sistēmā notiek enerģijas caurplūsma uz visiem sistēmas elementiem.
3. Izpētīt, vai tehniskajā sistēmā notiek enerģijas caurplūsma starp visiem sistēmas elementiem un vadības vienību.
4. Noskaidrot, kādi lauki tiek izmantoti procesa vadībai un analizēt nepieciešamību un iespējas aizvietot nepilnīgi darbojošos laukus ar tiem, kas darbojas teicami. Šīs darbības veicamas saskaņā ar kārtību: gravitācijas lauks – mehāniskais lauks – termālais lauks – magnētiskais lauks – elektriskais lauks – elektromagnētiskais lauks.

Apvērsta problēma – enerģijas caurplūsmas pārtraukšana

Risinot dažādas problēmas, nereti nepieciešams veikt apvērstu darbību. Nepieciešams ignorēt enerģijas plūsmu, lai nodrošinātos pret tehniskās sistēmas kaitējošo ietekmi uz izstrādājumu. Šajā gadījumā, pirmkārt, nepieciešams definēt sistēmas funkciju.

2.2.3.4. Piemērs 2.3. Drošības slēdzis presēšanas iekārtām

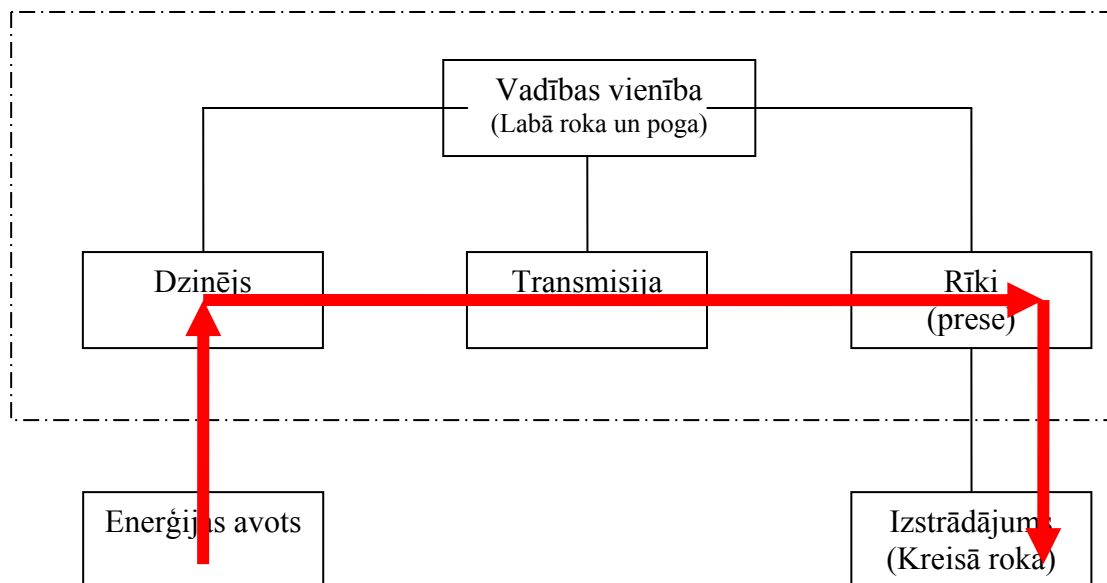
Iedomājieties presējamās iekārtas, piemēram, tās, kuras tradicionāli izmanto, lai izdarītu spēcīgu spiedienu uz kādu priekšmetu vai objektu ar mērķi padarīt to plakanu vai izspiest no tā šķidrumu, kā arī daudzās ražotnēs plaši izmantotās mehāniskās ar roku darbināmās šķēres. Ražošanas procesa laikā darbinieki parasti pašrocīgi nogādā dažādas daļēji pabeigtas detaļas apstrādes zonā, pēc tam iedarbinot presi. Šādi pastāv risks, ka darbinieks var neuzmanības dēļ pakļaut briesmām savas rokas laikā, kad darbojas prese. Kā izsargāties no situācijas, kad prese nepārstāj darboties, kad tās bīstamajā zonā nokļuvušas darbinieka rokas?



Tehniskās sistēmas shēmā redzams, pret kurām bīstamajām darbībām jānodrošinās (attēls 2.6). Ir nepieciešams uzlabot preses kontroles iespējas: presi nav ieteicams ieslēgt, kad rokas atrodas tās bīstamajā zonā. Tātad jaunās tehniskās sistēmas funkcija būs „ieslēgt presēšanas iekārtu vien tad, kad darbinieku rokas neatrodas bīstamajā zonā”.

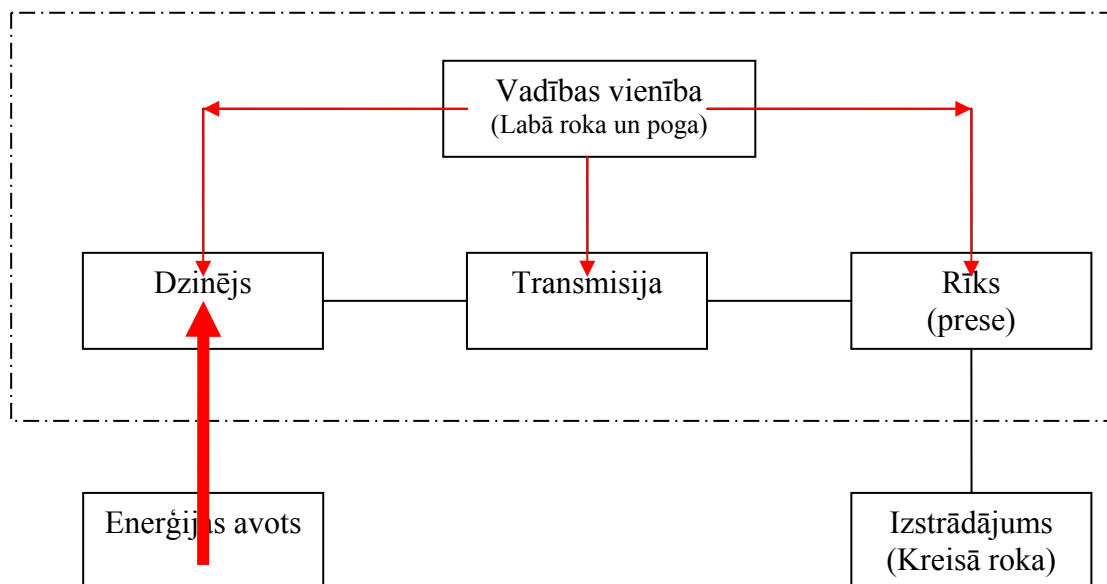
Funkcija ir izpildīta, ja presēšanas iekārtu nav iespējams ieslēgt, kad rokas atrodas tās bīstamajā zonā. Citiem vārdiem – sākotnēji raksturotajā situācijā mehānisms ir nekontrolējams: tas var darboties gadījumā, pat ja viena no darbinieka rokām atrodas iekārtas bīstamajā zonā. Attēlā 2.7 nav nekādu jaudas komunikāciju – sarkanās bultas apzīmē darbības ķēdi starp vadības vienību un citiem sistēmas elementiem.

Šīs situācijas unikalitāti izskaidro fakts, ka pastāv bīstamas situācijas, kad darbinieks ievieto iekārtā materiālu, izmantojot vienu roku, savukārt cits darbinieks iedarbina presēšanas iekārtu. Tāpēc, ja roka nonākusi iekārtas bīstamajā zonā, nepieciešams pārtraukt enerģijas padevi iekārtai jebkurā darbības posmā.



Attēls 2.6.

Risinājums balstīts nepieciešamībā lietot abas rokas, lai nospiegtu presēšanas iekārtas iedarbināšanas pogu – presi iespējams ieslēgt vien tad, kad darbinieks nospiež pogu ar abām rokām vienlaikus. Par spīti risinājuma vienkāršībai, šī problēma pastāvēja daudzus gadus. Tika izmantoti dažādi sensori, kas signalizēja par roku klātbūtni bīstamajā zonā, tomēr tie nedarbojās uzticami. Šobrīd bīstamām iekārtām abu roku kontroles nepieciešamība ir obligāta prasība pēc Eiropas Standarta EN574 “Iekārtu drošība. Abu roku slēdžu vadības iekārtas. Funkcionālie aspekti”, ko ievēro visi uzņēmumi, kas izmanto šādas iekārtas.



Attēls 2.7.

Vadoties pēc prasības regulēt presējamo iekārtu ar abām rokām, izmaiņas atspoguļotas sekojošā shēmā. Vadības iekārta iedarbina presi vienīgi tad, ja divas pogas ar abām rokām ir

nospiestas vienlaikus. Enerģijas padeve ar sistēmas starpniecību uz produktu ir traucēta (gadījumā, ja roka līdz ar darba materiālu nokļūst bīstamajā zonā).

Enerģijas avots → Dzinējs → → Kreisā roka → Rīki (prese) → Izstrādājums (un roka)

Enerģijas avots Dzinējs → → Labā roka → Kreisā roka → Rīki (prese) Izstrādājums

2.2.3.5. Piemērs 2.4. Aizsardzība pret elektronisko skenēšanu

Vēl kāds piemērs, lai ilustrētu gadījumus, kad nepieciešams atslēgt sistēmas caurplūsmu.

Banku un kazino pievilcīgais eksterjers allaž veicinājis to biznesa veiksmi. Tomēr šajās ēkās tiek izmantotas dažādas elektroniskās ierīces, kuru darbību un glabāto informāciju (kodus, paroles) iespējams nolasīt no ārpuses, izmantojot radio signālu pārraidi un skenēšanu. Lai izvairītos no šādām problēmām un ievērotu drošības nosacījumus, šīm ēkām būtu jābūt elektromagnētisko viļņu necaurlaidīgām. Tomēr visu logu aizklāšana ar metāla plāksnēm būtu visai nepievilcīgs risinājums. Ko darīt? Mūsdienās banku un kazino logos bieži vien novērojami eleganti aizkari, kas izgatavoti no... metāla ķēdēm (Attēli 2.8. and 2.9.). Kādam nolūkam tie domāti?



Fig. 2.8.

Attēls 2.8. Kāda kazino logs Eiropā.

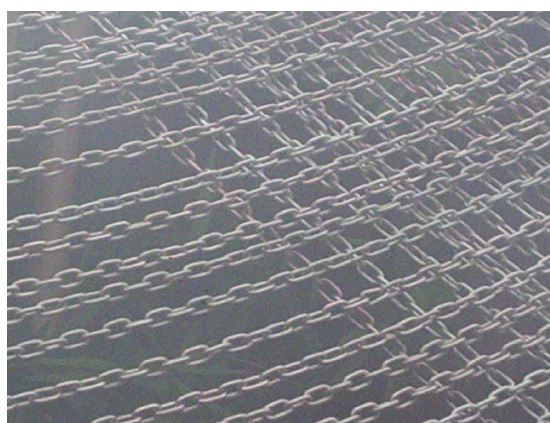


Fig. 2.9.

Attēls 2.9. Aizkara struktūra (attēls ir palielināts)

Kaitīgās iekārtas modelis

“Kaitīgās iekārtas modelis” tiek izmantots, lai risinātu līdzīga rakstura problēmas. Bieži vien kādas iekārtas efektivitāti mazina kaitīgs elements, kas traucē risināt praktiskas problēmas. “Kaitīgās iekārtas modelis” ir radīts, lai precīzi identificētu sistēmas elementus, kas rada kaitīgo ietekmi un ļauj identificēt elementu, kas jānomaina. Kaitīgās iekārtas konstrukcija ir tāda pati kā jekurai tehniskai sistēmai. Analīze jāsāk ar kaitīgās funkcijas definēšanu. Šajā gadījumā “kaitīgā” funkcija ir pieņemt un datēt iekšējās izvietotu elektronisko iekārtu raidītos signālus.

Izstrādājums: signāls

Rīks: skenēšanas iekārta

Transmisija: gaisa telpa iekšējās un ārējās; ēka; logs, kas atrodas starp elektrisko iekārtu un skenēšanas iekārtu

Dzinējs: Elektriskā iekārta

Noderīgā tehniskā sistēma

Funkcija: Radīt labu iespaidu par uzņēmumu (banku vai kazino) ar ēkas ārējo izskatu;

Izstrādājums: Vērotāja acis;

Rīki: Elektromagnētiskie viļņi redzamā diapazonā;

Transmisija: Ēkas iekšējās platības, logi, aizkari, gaiss no loga līdz vērotāja acij;

Dzinējs: Saules gaismas vai mākslīgā apgaismojuma atspulgs uz sienām un iekšējās esošu objektu virsmām.

Enerģijas avots: Saules gaisma vai mākslīgais apgaismojums;

Kaitīgā tehniskā sistēma

Funkcija: Nolasīt informāciju no elektroniskajām ierīcēm iekšējās;

Izstrādājums: Elektroniskās iekārtas starojums;

Rīki: Skeneris ārpus telpām;

Transmisija: Ēkas iekšējās platības, logi, aizkari, gaiss no loga līdz vērotāja acij;

Dzinējs: Elektriskā iekārta;

Enerģijas avots: Elektriskais tīkls;

Ja abi tehnisko sistēmu modeļi, derīgais un kaitīgais, atspoguļoti grafiski, ir redzams, ka galvenie Transmisijas elementi sakrīt.

2.2.4. Instrumenti (kā tos pielietot)

Kādiem nolūkiem var izmantot instrumentus?

- Praktisku problēmu risināšanai: noderīgas iekārtas radīšanai;
- Praktisku problēmu risināšanai: noderīgas iekārtas iznīcināšanai;
- Tehniskās sistēmas analīzei saskaņā ar likumu – tehnisko sistēmu konkurētspējīgo priekšrocību un vājo posmu novērtēšanai;
- Kā elementu, kurš pārraida tehniskās sistēmas darbību: kura sistēmas daļa vai kuri parametri sagādā vislielākās problēmas darbības laikā?

Kā pielietot?

1. Enerģētiskā caurplūsma – piemēri: 2.2, 2.5, 2.6

2. Kontrole – piemēri: 2.5, 2.6.

Enerģijas padeves pārtraukums – piemēri: presējamā iekārta un metāla aizkari; 2.4, 2.5;

2.2.5. Piemērs (Problēma – Risinājums)

Piemērs (Auto vadības prognoze)

Iedomājieties, ka dzīvojat 1901. gadā un strādājat *Mercedes* koncernā. Jums lūdz izteikt prognozi par auto pieprasījumu pasaulē tuvāko 25 gadu laikā. Lai izteiktu prognozi, nepieciešams precīzi definēt faktorus, kas ierobežo produktu patēriņa pieaugumu. Kas tolaik bija viens no šķēršļiem, lai veicinātu ražošanu un pārdoto auto apjomu, ja skatāmies no mūsdienu auto kā tehniskās sistēmas attīstības līmeņa?



Ražošanas izmaksas?
Auto ātrums?
Dzinēja ekonomiskums?
Kaitīgo gāzu procents izplūdes gāzēs?
Braukšanas sarežģītība?

Pēdējais apgalvojums ir patiess. Auto pirmsākumos ar to braukt bija sarežģīti un pat bīstami. Pirmos auto vadīja autosportisti, turklāt daudzi auto īpašnieki nolīga vadītājus, kam bija nepieciešamas papildu apmācība, lai brauktu patiešām labi.

Iedomājieties, ka jums jābrauc ar ātrumu 50 km/h nestabilā auto bez sānu sienām, bez vējstikla vai vējstikla tīrītāja, ar vājām bremzēm, nedrošām riepiem un jātiek galā ar sarežģītu mehānismu sistēmu. Vadītāja vieta bija aprīkota ar tik daudzām kontroles svirām, ka iemācīties tās lietot ātri un pēc vajadzības varēja tikai ar nopietnu vingrināšanos. Bremzes darbināja trīs sviras: uz transmisijas vārpstas, riteņu aizmugurē un mūsdienu rokas bremzes priekštecis, smails serdenis, kas turēja auto pie zemes, kamēr bremzes auto neturēja, piemēram, atrodoties slīpumā. Auto dizaineris nebija papūlējies pārbaudīt, vai šo sviru aizsniegt maz ir iespējams un cik ērti ir to lietot. Sviras, kas bija izvietotas vadoties vienīgi pēc dizaina, ne ērtības apsvērumiem, prasīja ne mazumu akrobātisku spēju no vadītāja.

Kā pielietot sistēmas elementu jaudas caurplūsmas likumu, lai uzlabotu braukšanas prasmes?

Saskaņā ar šī likuma otro rezultātu, „ir nepieciešams nodrošināt jaudas caurplūsmu starp šo elementu un vadības vienībām, lai darbinātu kādu no tehniskās sistēmas elementiem.” Šādas sadarbības trūkums padarīja braukšanu sarežģītu un nedrošu, prasot vadītāju ilgstošu gatavošanos un papildu apmācības. Vienkāršāk sakot, tas būtiski ierobežoja tehnisko sistēmu attīstību un saražoto auto daudzumu. Ražotājiem tas, protams, nozīmēja zaudētu peļņu...

Izrādās, zināt tehnisko sistēmu likumus ir noderīgi ne vien inženieriem, bet arī tirgus pētniekiem. Tālab 1901. gadā šo profesionāļu zināšanu trūkums bieži vien noveda pie prognozēm, kas mūsdienās izraisa vien smaidu:

Vispasaules pieprasījums pēc automašīnām nekad nepārsniegs miljonu - pirmkārt jau tāpēc, ka nebūs pieejams tik milzīgs skaits profesionālu šoferu. (Tirgus pētījums, *Mercedes Benz*, 1901, **Timon Wehnert**, *Eiropas enerģijas nākotne 2030: Eiropas enerģijas Delfi pētījuma tehnoloģiskās un sociālās vīzijas* (Berlīne un Heidelbergas, Springer Berlin, 2007) 53. lpp.)

Par laimi *Mercedes* vadītāji un dizaineri neklausījās šajās prognozēs, tā vietā uzlabojot auto un padarot to vienkāršāk vadāmu.

Piemērs (Uzņēmuma vadība)

Pat ātrākā auto vadības problēmas šķiet sākums salīdzinājumā ar neliela uzņēmuma vadības sarežģītībām. Arī šajā gadījumā iespējams pielāgot jaudas caurplūsmas likumu. Savā grāmatā *Sistēmiskās domāšanas māksla* uzņēmumu vadības autoritātes Džozefs o' Konors un Īans Makdermots sniedz lielisku piemēru neveiksmīgam mēģinājumam ieviest uzņēmumā inovatīvu risinājumu. Uzņēmums pieaicināja ekspertu, lai uzlabotu administratīvās grāmatvedības nodaļas darbu. Pateicoties ieteikumiem, nodaļa tik tiešām sāka strādāt efektīvāk. Tomēr šī mērķa īstenošanai nodaļai bija nepieciešama informācija no citām uzņēmuma nodaļām, piemēram, no mārketinga nodaļas. Tādējādi mārketinga nodaļai radās papildu slodze apkopojot un nosūtot informāciju, kas atrāva darbiniekus no to pamata darbu izpildes. Tā rezultātā, ieviešot šo inovatīvo risinājumu, uzņēmums piedzīvoja grūtības produkta saražošanā un realizēšanā vēl ilgi pēc izmaiņu ieviešanas.



Šo izmaiņu rezultātā uzņēmuma jaudas vadības struktūra bija izjaukta, zināmā mērā pat kļuva

nekontrolējama – ieviestās inovācijas rezultātā administratīvās grāmatvedības nodaļa ietekmēja mārketinga nodaļas jaudas caurplūsmu, kas nozīmē, ka ietekmēta tika visa uzņēmuma jaudas caurplūsma.

2.2.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi un uzdevumi)

Kopsavilkums

Lai sistēma funkcionētu minimālā kvalitātē papildus visu tehniskās sistēmas elementu klātbūtnei (Sistēmas elementu pabeigtības likums, pirmā nodaļa) nepieciešama arī enerģijas caurplūsma visiem sistēmas elementiem.

Nepieciešams nodrošināt enerģētisku saikni starp katru elementu un vadības vienību, lai nodrošinātu tehniskās sistēmas elementu kontroli.

Pamata definīcijas

Enerģētiskā vadāmība; Kontroles pakāpe; “Kaitīgā iekārta”; Novērtējamie parametri;

Jautājumi:



1. Kādi elementi iekļauti četru elementu modeļa tehniskajā sistēmā?
2. Kādi ir tehniskās sistēmas nosacījumi minimālās darbības kapacitātes nodrošināšanai (Saskaņā ar Sistēmas elementu pabeigtības likumu)?
3. Kādi ir tehniskās sistēmas nosacījumi minimālās darbības kapacitātes nodrošināšanai (Saskaņā ar sistēmas elementu enerģijas caurplūsmas likumu)?
4. Skaidrojiet elementus, kas iekļauti tehniskās sistēmas četru elementu modelī: Transmisija, Produkts, Dzinējs, Enerģijas avots, Rīks, Vadības vienība.
5. (*) Skaidrojiet tehniskās sistēmas četru elementu modeļa elementus: Transmisija, Enerģijas avots, Dzinējs, Produkts, Rīks, Vietas Lauks, Vide, Vadības vienība...
6. (*) Kādi ir dinamo iekārtas defekti, kas pilda transmisijas funkciju velosipēda ritenī? (1) No jūsu viedokļa; (2) No Tehniskās sistēmas attīstības likumu viedokļa.

Tradicionālā dinamo iekārta (elektroģenerators) velosipēdam uzstādīta kā apgaismes ķermeņa enerģijas avots. Rotācijas enerģija tiek pārnesta no velosipēda riteņiem uz dinamo iekārtu. Šim mērķim dinamo iekārtai ir saskarnes ritentiņš, kas novietots uz ģeneratora smailes. Saskaroties ar riteņa malu, ritentiņš rotē un rada ģeneratora smailes un ģeneratora rotora rotāciju. (Autora foto);



Attēls 2.10.



Attēls 2.11.



Attēls 2.12.

Fotogrāfijas atspoguļo tradicionālo dinamo iekārtas ģeneratoru, kas uzstādīts velosipēdam.

Vingrinājumi

1. Izveidojiet tehniskās sistēmas četru elementu modeli velosipēdu apgaismes ierīču darbības atspoguļošanai. Tehniskā sistēma sastāv no : priekšējā gaismekļa (ar spuldzi, stikla vāciņu un atstarotāju), piegādes stieplēm, velosipēda rāmja (kalpo kā viens no vadītājiem), slēdža, elektriskās strāvas ģeneratora (dinamo); rotējoša riteņa.
2. (*) Kāda jūsuprāt ir automašīnas pamata funkcija? Kas auto uzbūvē, saskaņā ar četru elementu modeli, ir Rīks, Transmisija, Dzinējs, Enerģijas avots, Vadības vienība?
3. Pirmais velosipēds. Daži no pirmajiem velosipēdiem nebija aprīkoti ar bremzēm un rokturiem kā virzienu kontroles un velosipēda vadības elementiem. Veidojiet velosipēda kā transporta līdzekļa četru elementu modeli, kā arī atzīmējiet enerģijas saikni tajā: enerģijas plūsmu; enerģijas saikņu pieejamību starp tehnisko sistēmu, dažādām tās daļām un vadības vienību.



Uzdevumi

1. Attēli 2.2. un 2.3 atspoguļo skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērsriezumu. Piemēram, spēcīgākie magnēti izmantoti masu pasākumu apskaņošanai paredzētos skaļruņos. Skaļruņu darbības kapacitātes paaugstināšanai ieteicams samazināt magnētiskās ķēdes zudumus līdz līmenim kā gadījumā ar skaļruņa tinumu. Jaudīgos skaļruņos spēcīgai strāvai turpinot plūsmu caur tinumu, tinums uzkarst un var notikt īssavienojums. Šādos apstākļos nepieciešama tinuma ventilēšana no dažādiem virzieniem, lai to atdzesētu. Tā kā tinums ir izstrādāts no elektroizolējoša materiāla, tas darbojas arī kā siltuma izolators, kas to pasargā no atdzesēšanas. Kādi ir jūsu ieteikumi?

1. variants: Izpētiet tehnisko sistēmu no enerģijas caurplūsmas likuma viedokļa kā tas parādīts attēlā 2.3.

variants: Formulējiet pretrunu: „Gadījums ar tinumu var tikt izmantots ar mērķi, lai ***”, bet nedrīkst tikt izmantots ar mērķi, lai ***”

1. Auto ātruma rekords. Pirmais auto, ko aprīkoja ar raķešdzinēju, „Zilā liesma” („Blue Flame”) kļuva arī par pirmo auto, kas pārspējis ātrumu 1000 km/h. Auto sasniedza 1001,452 km/h ātrumu pilota Garija Gābeliha (*Gari Gabelich*) vadībā 1970. gadā Jūtas štatā sausā un līdzenā sāls ezera iepaklā. Viena no problēmām, ar ko saskārās auto radītāji – kā izstrādāt šī auto bremžu sistēmu?

2.2.7. Atsauces

Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. (Padomju Radio, Maskava, 1979), 124-125. lpp. (krievu val.)

Altshullers, G. S., *Radošums kā eksaktā zinātne. Radošo problēmu risināšanas teorija* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 225-227. lpp. (angļu val.)

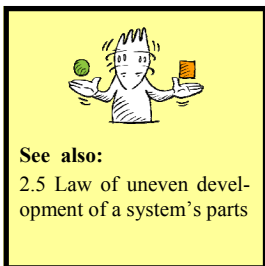
Саламатов Ю., Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. – 304 с., 68-75. lpp. (krievu val.),

Timons Vehnerts (Timon Wehnert), *Eiropas enerģijas nākotne 2030: Delfi pētījums par Eiropas enerģijas tehnoloģiju un sociālajām vīzijām* (Berlīne and Heidelberg, Springer Berlin, 2007).

Džozefs o' Konors un Īans Makdermots (Josef O'Connor and Ian McDermott). *Sistēmiskās domāšanas māksla: Būtiskas radošuma un problēmu risināšanas prasmes* (HarperCollins, 1997).







2.3: Trešā nodaļa: Sistēmas elementu ritmu harmonijas likums

Reiz kādā labi pazīstamā Eiropas bankā devos augšup pa spirālveida kāpnēm no pieņemšanas zāles uz ofisu telpām. Šīs kāpnes man atgādināja kāpnes, kas bieži vien redzētas viduslaiku pilīs un cietokšņos. Kāda ir līdzība?

Cietokšņa aizsargu pienākums bija aizsargāt katru ķieģeli, katru kāpņu pakāpienu, katru gaitēņa pagriezienu. Trepes, kam bija jākalpo kā šķērslim ienaidnieka ceļā uz augšu pa tām – allaž bija spirāles formā un virzienā no kreisās uz labo pusi augšup. Tas tālab, ka vairums cīnītāju ieroci tur labajā rokā, cenšoties ievainot savu pretinieku kreisajā pusē, kur atrodas sirds. Tādējādi tiem, kas no augšas aizsargājas, ir brīvi lietojama labā roka, ko nevar teikt par tiem, kas tuvojas no lejas.

Šis piemērs lieliski ilustrē šīs nodaļas galveno tematu – sistēmas elementu ritmu harmonijas likumu.



2.3.1 Definīcija

Būtisks nosacījums tehniskās sistēmas dzīvotspējai ir šīs sistēmas elementu ritmu harmonija (Vibrāciju frekvences, periodiskums).

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 227. lpp.



2.3.2. Teorija (Detalizēti)

Tehniskās sistēmas dzīvotspējai ir divi pamata nosacījumi, kas aprakstīti 1. un 2. nodaļā.

1. Tehniskās sistēmas elementu klātbūtne un minimālā darba kapacitāte: Dzinējs, Transmisija, Rīks, Vadības vienība.

Enerģijas caurplūsma caur tehniskās sistēmas elementiem.

Trešais likums ievieš vēl vienu nosacījumu – tehniskās sistēmas mērāmu parametru: Tehniskās sistēmas elementu ritmu harmoniju. Ierasta kļūda, analizējot tehnisko sistēmu, saistībā ar tehniskās sistēmas attīstības likumu, ir sākt analīzi bez pienācīga funkcijas formulējuma, kas nepieciešams analizējamai tehniskajai sistēmai. Saskaņā ar funkcijām, dažos gadījumos nepieciešams saskaņot tehniskās sistēmas elementu ritmus, savukārt citos – tieši pretēji – izjaukt tos.

Tehniskās sistēmas vadāmie parametri var būt frekvence, periodiskums, virziens, ātrums, fāze, secība, gaisa procentuālā masa (porainums) u.c.

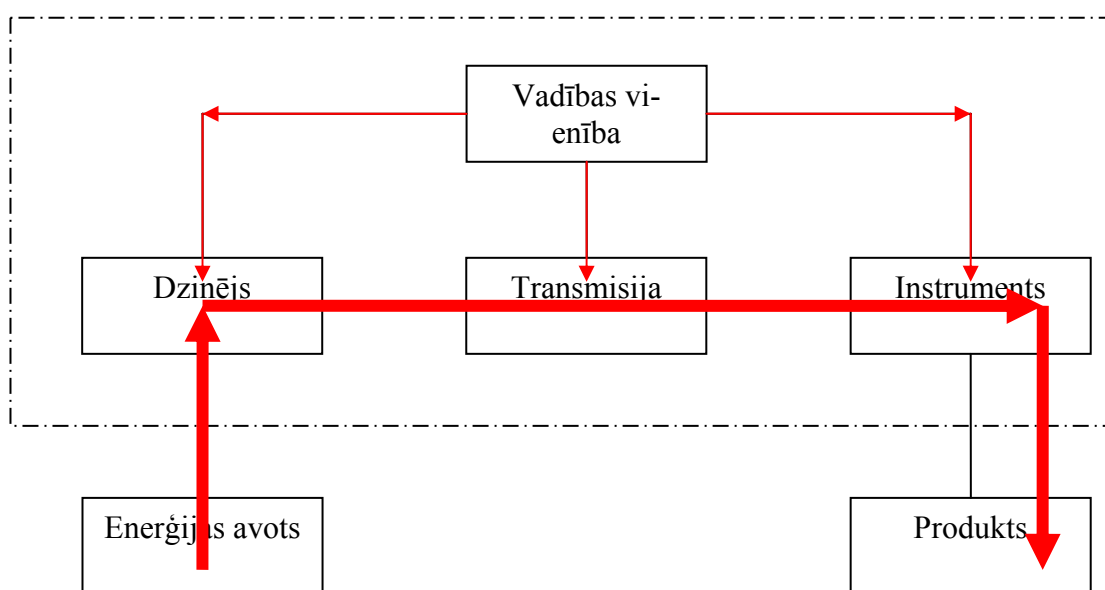
Piemērā ar vītņu kāpnēm nodaļas sākumā, kustību virzienu saskaņošana uz kāpnēm un roku kustības virziens kaujas laikā ir radīti cietokšņa aizstāvjiem par labu un uzbrucējiem šajā gadījumā tā ir parametru novirze no normas. Īsāk sakot – nesaskaņotība vai saskaņotība atkarīga no funkcijas, kas jāizpilda.

Tehniskās sistēmas elementu ritmu nekonsekvence ir viens no iemesliem tehniskās sistēmas attīstības nesaskaņotībai (līdz ar ārējiem apstākļiem, kā jaunu prasību parādīšanās tehniskajai

sistēmai, ko radījuši citi lietotāji, mijiedarbojoties ar citām tehniskajām sistēmām utt.). Tehniskās sistēmas elementu nesaskaņotības likuma detalizēts apraksts ir pieejams Piektajā nodaļā.

2.3.3. Modelis

Lai analizētu tehniskās sistēmas saskaņā ar sistēmas elementu ritmu saskaņu, tiek izmantots tehniskās sistēmas četru elementu modelis. Analīzes laikā uzmanība jāpievērš ne vien sistēmas pamata elementu un jaudas caurplūsmi, bet galvenokārt savienojamības parametriem – svārstībām, periodiskumam u.c.



Attēls 3.1.

2.3.4. Instrumenti - Rīki (kā tos lietot)

Kādiem nolūkiem izmantot sistēmas elementu ritmu saskaņas likumu?:

Praktisku problēmu risināšanai: pārmaiņu un mērījumu problēmām;

Tehniskās sistēmas analīzei saskaņā ar likumu: tehniskās sistēmas konkurētspējīgo priekšrocību novērtēšanai un sistēmas vājo posmu noteikšanai;

Kā sastāvdaļa tehniskās sistēmas prognozes sagatavošanai: kura no tehniskās sistēmas daļām nav ritmiski saskaņota?

Kā pielietot sistēmas elementu ritmu saskaņotības likumu?

(1) Analizējiet tehnisko sistēmu ar nosacījumu, ka pamata elementu netrūkst, izmantojot četru elementu modeli un definīciju: kuri sistēmas elementi pilda Enerģijas avota, Dzinēja, Transmisijas un Vadības vienības funkcijas?

(2) Analizējiet tehnisko sistēmu ar nosacījumu, ka dažādu tehniskās sistēmas elementu starpā pastāv pretrunas.

3) Izmantojiet analīzē “kaitīgās iekārtas” modeli. Svarīgākais posms, kam jāpievērš uzmanība,





ir jaudas savienojamības parametri.

Kādiem nolūkiem izmantot?

- Praktisku uzdevumu risināšanai: nevēlamo efektu cēloņu meklēšana un nevēlamo efektu cēloņu likvidēšana;
- Tehniskās sistēmas analīzei saskaņā ar likumu: konkurētspējīgo sistēmas elementu novērtēšana vai sistēmas vājo posmu noteikšana;
- Prognozes izstrādei: viena no pieejām izmantota tehniskās sistēmas attīstības paredzēšanā: tehniskās sistēmas elementu koordinēšanas un neatbilstības klātbūtne.

Kā izmantot sistēmas elementu ritmu saskaņotības likumu?

1. Identificēt un likvidēt nevēlamo efektu iemeslus: neatbilstības un koordinēto nosacījumu organizācijas klātbūtne – piemēri 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.
2. Identificēt un likvidēt nevēlamo efektu iemeslus: neatbilstības un koordinēto nosacījumu organizācijas klātbūtne – piemēri 2.3, 2.4, 3.3.

Piemērs 3.1. Paraolimpiskās spēles

Sekojoša problēma radās starptautiskajās paraolimpiskajās spēlēs garās distances skrējienā sportistiem bez dzirdes un redzes maņām. Katram no šiem atlētiem ir viens asistents, kas palīdz noteikt pareizo skriešanas virzienu un uzrauga skrējēju. Asistents vada sportistu – to rokas ir savienotas ar elastīgu saiti. Problēmas neradās saistībā ar nepareizu skriešanas virzienu – asistenti allaž savus aizbilstamos vadījuši uzticami. Tomēr atlēti skrēja nepārliecināti, nejūtot konkurētspējīgo atmosfēru. Kā gan nodrošināt fanu klātbūtnes un konkurences ilūziju sportistiem, kas to neredz un nedzird?



Redzot sportistu zemo pārliecību par sevi, sacensību komentētājs atrisināja šo problēmu pāris sekunžu laikā. Viņš izteica skatītājiem kādu lūgumu...

(Kāds bija šis lūgums, uzzināsiet pēc teorētiskā skaidrojuma).

Tradicionālie risinājumi:

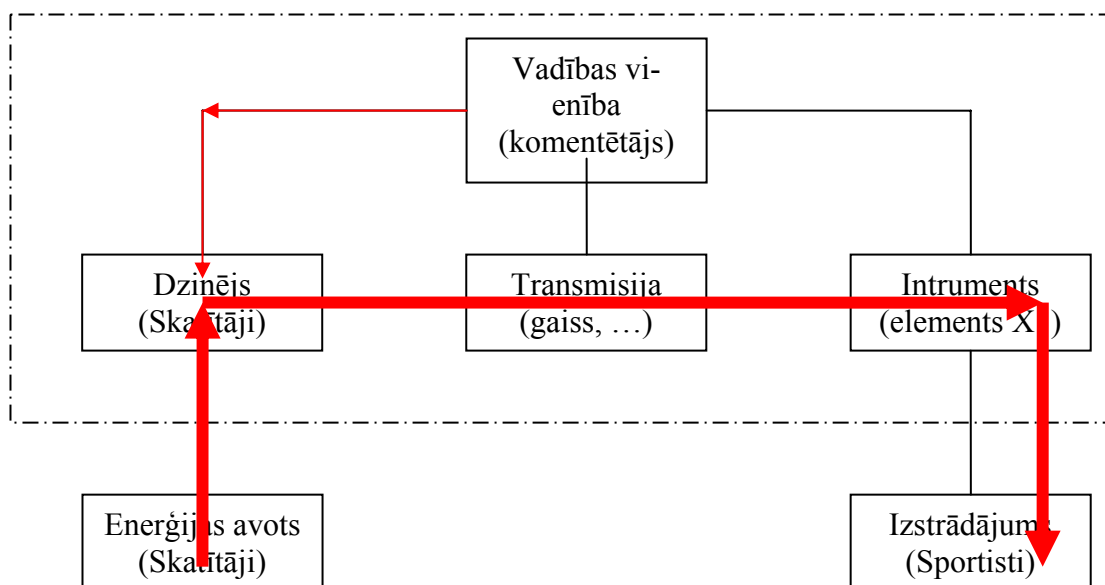
- Asistents varētu pavilkt saiti, lai nodotu aplausus skrējējam;
- Izsniegt katram sportistam uztvērēju ar vibrāciju pārraides iespēju, lai uztvertu komentētāja teikto;
- Neorganizēt šādas sacensības;

Piezīme:

Paraolimpiskās spēles ir starptautisks sporta pasākums cilvēkiem ar invaliditāti. Tradicionāli tās notiek pēc galvenajām Olimpiskajām spēlēm un kopš 1992. gada arī tajā pašā pilsētā; pēc vienošanās starp Starptautisko Olimpisko Komiteju un Starptautisko Paraolimpisko komiteju 2001. gadā. Vasaras Paraolimpiskās spēles notiek kopš 1960. gada, savukārt ziemas Paraolimpiskās spēles – kopš 1976. gada. Vārds “paraolimpisks” veidojies pēc grieķu priedēkļa “para”, kas nozīmē gandrīz kā pārējie, šis paralelisms izmantots lai apzīmētu Paraolimpisko spēļu līdzvērtību Olimpiskajām spēlēm.

Atgriežoties pie problēmas risināšanas – nepieciešams veidot kanālu jaudas caurplūsmai starp sportistiem un skatītājiem. Tādējādi nepieciešama tehniskā sistēma, lai pārnestu informāciju no

skatītājiem pie sportistiem, kam trūkst redzes un dzirdes maņu. Sāksim ar funkcijas definēšanu. Iecerētā funkcija ir iespēja sportistiem saņemt atbalstu no skatītājiem sacensību laikā. Jebkura veida enerģija var tikt izmantota kā šīs informācijas nesējs.



Attēls 3.2.

Izstrādājums – sportisti.

Intruments – atrodas apkārt sportistiem. Saskaņā ar sacensību apstākļiem asistents nepalīdz sportistam, ja vien nav nepieciešams norādīt pareizo virzienu un ceļu. Jebkura veida tehniskie palīg līdzekļi ir pieļaujami (dažādi uztvērēji, sensori u.c.) Citi vides resursi, t.i. – gaiss, trases virsma utt.

Transmisija – objektu ķēde, kas aptver sportistu no viņa ķermeņa līdz pat skatītājiem.

Dzinējs un Enerģijas avots – skatītāji.

Mehāniskais (akustiskais) lauks un ar aci uztverama (gaismas) diapazona elektromagnētiskais lauks ir pieejams sportistiem ar funkcionējošiem redzes un dzirdes orgāniem. Sportistiem, kas neuztver ar redzes un dzirdes kanālu starpniecību, pieejama tikai taktīlā (pieskārienu jeb izjūtu) uztvere (spēcīgs elektromagnētiskais lauks). Skatītāju sajūsmas saucieni tiem nav sadzirdami, tālab nepieciešams stiprināt mehāniskā (akustiskā) lauka iedarbību. Risinājums bija iecerēts, koordinējot skatītāju radītās skaņas un darbības: sacensību komentētājs lūdza skatītājiem aplaudēt ritmiski un pats uzdeva ritmu. Skatītāju aplausi kļuva ritmiski un koordinēti. Gaisa svārstības, ko stiprināja to radītā rezonanse, sasniedza objektu – sportistus, kas ar savu ķermeni varēja uztvert skatītāju aplausus un atzinību. (Cilvēki, kam nav ne redzes, ne dzirdes, ir spēcīgi attīstījuši citas maņas, tostarp – taktīlo jūtību. No vienas puses šis ir organisma kompensējošais mehānisms, no otras – šī spēja pastiprinās līdz ar pieredzi.)

Piezīme: Salīdziniet šo risinājumu ar tradicionālajiem risinājumiem, kas piedāvāti iepriekš.



Attēls 3.3. Skaļrunis

2.3.5. Piemērs (Problēma-Risinājums)

Piemērs

Lai palielinātu skaļruņu jaudu, visai bieži tos izmanto pa pāriem vai grupās, kur tos izvieto vienā ietvarā. Šajā situācijā visi skaļruņi esošajā grupā jāsavieno fāzē. Ko tas nozīmē? Kad signāls tiek piegādāts skaņas tinumam, skaļruņu izkļiedētājiem jākustas vienā virzienā, bet ne pretējos virzienos.



Piemērs

Attēlos šajā nodaļā redzama skaļruņa attīstības vēsture. Patiesībā skaļruņa virsbūve bez reģistrēšanas slikti atskaņo zemās frekvences. Iemesls ir akustiski īsais apkārtmērs: skaņas spiediens neveidojas pirms izkļiedētāja, un skaļrunis skaņu “pumpē” gaisā no tam priekšā esošās sienas uz aizmugurē esošo, kas kustības brīdī jau virzās viens otram pretim. Tādējādi viens skaņas vilnis iznīcina citu, saskaņā ar četru elementu modeli. (Izkļiedētāja kustība un gaiss, ko izkļiedētājs pārvieto, netiek koordinēti, lai izpildītu funkciju “radīt gaisa vibrācijas”).



Attēls 3.5.

Lai izvairītos no šīs parādības, skaļrunis ir uzstādīts noteiktā skaņas laukā. Tiek izgatavots karkass, kura izmēri aprēķināti tā, lai īsākais posms no priekšējās sienas, no izkļiedētāja, līdz pat aizmugures sienai ir līdzvērtīgi pusceļam viļņa, saskaņā ar aprēķināto frekvenci. Tādējādi skaļruņu tehniskās sistēmas elementu ritmisko svārstību koordinācija ir sasniegta. Šajā gadījumā gaisa masu kustības rodas no tiešās un atpakaļceļā radītās izkļiedētāja kustības, jo tās neizslēdz viena otru, bet papildina tā, lai palielinātu vibrāciju jaudu.

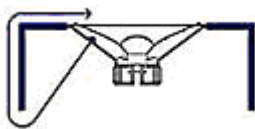


Attēls 3.5.

* Četru elementu modeļa izteiksmē tas ir transmisi-
jas jautājums.

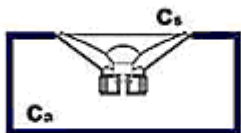
* Apskatiet “kaitīgo” un noderīgo tehnisko sistēmu
mijiedarbību.

Tomēr šajā gadījumā rodas sekojoša problēma: skaņas lauka aizsegs nepieļauj šo risinājumu izmantot mājas apstākļos skaņas reproducēšanas iekārtās. Ekrāna izmēram jābūt 3 x 3 metriem, lai nepieļautu akustiski nepietiekamu loku ar frekvenci 50 Hz. Precīzāk, šiem izmēriem jāatbilst izmēram, kas atbilst pusei no viļņa šajā frekvencē. Skaņas vairogam jābūt pietiekami lielam, lai izvairītos no nepietiekami gara skaņas loka, bet tas nedrīkst būt arī pārāk liels, lai skaļruni varētu izmantot mājas skaņu sistēmās. (Šajā gadījumā akustiskā vairoga izmērs neatbilst mājas skaņu iekārtas karkasa izmēriem.) Lai risinātu šo problēmu, nepieciešams precizēt sekojošus parametrus: „akustiskā ekrāna izmēru” un „karkasa izmēru”. Pretruna tika atrisināta, izmantojot trīsdimensionālu karkasa konstrukciju – akustiskais ekrāns veidots vaļējas kastes formā. Iekārtas vakuuma lampu izmēri to padarīja iespējamu. (Mūsdienās tikai muzejā varam redzēt pagājušā gadsimta radio uztvērējus, kuru izmēri sniedzas 1x0.7x0.5 metru izmēros.) Līdz ar divējādi vadāmo iekārtu – tranzistoru un uz tiem bāzēto iekārtu atnākšanu,



Attēls 3.5.

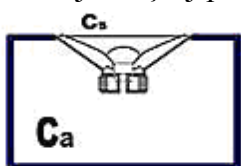
svārstībām atvērtā karkasā,



Attēls 3.7.

Bija nepieciešams radīt lielāka izmēra karkasu, lai šī gaisa atspere elastīgums būtu stipri mazāks nekā elastīgums pats par sevi ar dinamiku atbalstu.

Šis risinājums ļauj precizēt iekšējo gaisa apjomu karkasā un izkļiedētāja elastīguma izteiksmē.



Attēls 3.8.

Šajā vēstures fragmentā, kurā aprakstīta skaļruņu akustiskā dizaina attīstība, atspoguļots risinājums tikai vienai problēmai – kvalitatīvai zemās frekvences (bass) skaņas atskaņošanai. Tajā redzama tehniskās sistēmas elementu ritmu koordinēšana tās pamata izpaušmē.

Kā atrisināt pretrunu “Skaļruņa izmēram jābūt lielam, lai samazinātu rezonējošo frekvenci; un skaļrunim jābūt izmēros mazam, lai to varētu ievietot telpās?” Precīzāk šī atbilde rodama 6. nodaļā likumā par pāreju uz supersistēmu (augstākā līmeņa sistēma).

Piemērs



20. gadsimtā daudzās valstīs tālruņa zvani uz avārijas dienestiem – ugunsdzēsējiem, policijai, ātrajai palīdzībai – nozīmēja izmantot dažādus tālruņu numurus. Kad cilvēki aptvēra, ka šāds pārpratums ir lieks laika patēriņš, tika ieviests viens tālruņa numurs visiem avārijas gadījumiem. Samazinājās arī laiks, kas nepieciešams, lai izsauktais dienests ierastos notikuma vietā, turklāt atsevišķos gadījumos ir nepieciešams, lai ierastos vairāki dienesti vienlaikus. Tomēr netraucētam darbam visiem šiem dienestiem bija nepieciešams strādāt koordinēti. Ugunsdzēsēji, kas ieradusies notikuma vietā pirms mediķiem un policijas, nespēj sniegt pirmo palīdzību cietušajiem un var iznīcināt būtiskus lietiskos pierādījumus. Savukārt policija vai mediķi, ja tie ieradusies ātrāk par ugunsdzēsējiem, nevar apturēt uguns izplatību un glābt cilvēkus, kas iesprostoti degošajās telpās. Būtiski ir koordinēt visu dienestu ierašanos, lai katrs pildītu savu uzdevumu kā nākas.

Ziemeļkorejā šai problēmai tik atrasts jauns risinājums. Lai koordinētu steidzamos zvanus un visu trīs dienestu vienlaicīgu ierašanos notikuma vietā, visu dienestu spēkrati un arī pats personāls ir izvietoti vienā ēkā, lai nodrošinātu, ka tie dodas uz nelaimes gadījuma vietu kopā.

Piemērs

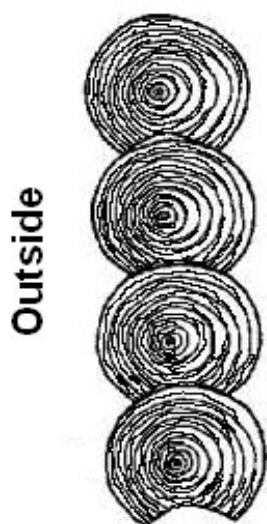
Daudzās ziemeļvalstīs iecienīts ēku būvmateriāls ir koka baļķi. Baļķi izmantoti būvniecībā jau gadsimtiem un joprojām plaši tiek izmantoti Somijā, Zviedrijā, Krievijā un citviet. Daudzi no senajiem būvniecības noslēpumiem izdzīvojuši pat līdz mūsdienām.



Attēls 3.9. Gulbūve;
(Kon Corporation, <http://www.dom.kon.ru/>)



Attēls 3.10. Baļķu izvietojums gulbūvē;
(source: www.lesoryb.ru)



Inside

Būvējot ēku, baļķi tiek novietoti tā, ka stumbra malas, kas, kokam vēl augot mežā, atradušās ziemeļu pusē, atrodas ēkas ārpusē. Gadu loki koka stumbrā ziemeļu pusē ir šaurāki un koksne šajā pusē ir blīvāka, līdz ar to stabilāka pret apkārtējās vides ietekmi – mitrumu, saules stariem.



Attēls 3.11. Baļķu izvietojums;

Attēls 3.12. Baļķu salaiduma vietas un šķēsgriezums;
(source: www.lesoryb.ru)

Tādējādi mājokļa būvniecībā ir ņemta vērā baļķu struktūra un ievērojot dabas īpatnības, tās izmantotas, lai uzlabotu celtnes kvalitāti.

2.3.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

Kopsavilkums

Sistēmas elementu ritmu saskaņotība nepieciešama, lai tehniskā sistēma būtu tehniski dzīvotspējīga, turklāt pat minimālās efektivitātes izmantošana, tā būtiski papildina pamata elementu efektīvo klātbūtni sistēmā un enerģijas caurplūsmu.

Definīcijas

Ritmiskums, Svārstību frekvence, proporcija, saskaņotība.

Jautājumi:



1. Kuri elementi iekļauti tehniskās sistēmas četru elementu modelī?
2. Kādi ir tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nosacījumi, saskaņā ar Sistēmas elementu pabeigtības likumu?
3. Kādi ir tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nosacījumi, saskaņā ar Sistēmas elementu enerģijas caurplūsmas likumu?
4. Kādi ir tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nosacījumi, saskaņā ar Sistēmas elementu ritmu saskaņotības likumu?

Vingrinājums



Auto bamperu uzdevums ir mazināt triecienus sadursmes gadījumā ar šķērslī vai citu auto. Analizējiet, vai auto bamperu parametri ir saskaņoti ar citu bamperu parametru vērtībām citiem auto.

Uzdevums



Medikamentu pasargāšana no bērniem. Visiem labi zināms, cik bērni ir ziņkārīgi un ka tiem patīk nogaršot visu, kas nonācis rokās. Tomēr medikamentu sastāvā var būt vielas, kas nepavisam nav domātas bērniem. Medikamenti jābūt pasargātiem no bērniem gadījumā, ja tie sadomā tos atvērt un nogaršot. Analizējiet tehnisko sistēmu „medikamentu trauciņš ar skrūvējamu vāciņu” no enerģijas caurplūsmas viedokļa. Kā pārtraukt šo enerģijas saikni gadījumā, ja trauciņš nonācis bērna rokās?

2.3.7. Atsauces



- Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. 125. lpp. (krievu val.)
- Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 227. lpp. (angļu val.)
- Саламатов Ю.**, Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. 75-97. lpp. (krievu val.)

2.4 Ceturtā nodaļa: Likums par sistēmas pilnveidošanos jeb tuvināšanos ideālai sistēmai

Sabiedriskais transports parādījās pirms vairāk kā 100 gadiem – šajā laikā parādījās arī pirmās papīra biļetes. Varam tikai mēģināt iztēloties, cik tonnu papīra ticis izmantots šīs tehniskās sistēmas – biļetes – īsajā mūžā...

Pavisam nesen Karlsrūē, Vācijā, tramvajos parādījās reklāmas par braukšanas biļešu iegādi ar mobilā tālruņa starpniecību. Apmaksa par braucienu paredzēts veikt ar īsziņas starpniecību – biļete ir saņemta atbildes īsziņā. Šajā gadījumā ierastās papīra formāta biļetes nav, tomēr tehniskās sistēmas funkcija – braukšanas biļetes nodrošināšana – ir izpildīta. Šajā gadījumā biļetes funkciju pilda mobilais tālrunis un tajā saglabātā informācija.

Šādi uzskatāmi ilustrēta situācija, kad tehniskā sistēma ne vien maina tās parametrus uz augstāka līmeņa parametriem, bet pazūd vispār jeb izzūd citā tehniskajā sistēmā, pārnesot savu funkciju uz jauno pilnīgāko sistēmu. Līdzīgs risinājums jau labu laiku pazīstams finanšu sektorā – elektroniskie norēķini un skaidrās naudas plūsma. Ceturtajā nodaļā apskatīti arī citi piemēri likumam par sistēmas pilnveidošanu jeb tuvināšanu ideālam.

2.4.1. Definīcija

Visu sistēmu attīstība notiek ar mērķi pilnveidoties, tuvināties ideālai sistēmai.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 227-228. lpp.



2.4.2. Teorija

Pilnveidotus (jeb ideālai sistēmai tuvinātus) modeļus ikdienā izmanto, lai aprakstītu reālus priekšmetus, procesus vai dabas parādības visdažādākajās zinātnēs. To sīkākās, maznozīmīgākās detaļas tiek izlaistas, lai izceltu galvenās priekšrocības. Piemēram, lai apzīmētu vienu no Parīzes simboliem – Eifeļa torni – nav nepieciešami rasējumi un shēmas. Nereti ir pat pietiekami uzskicēt torņa siluetu pāris līnijās – līdzīgi kā to zīmējot dara bērni.

Pilnīgie priekšstatī izmantoti ne vien modeļiem, bet arī daudzām teorijām dažādās zinātnēs (fizikā, matemātikā, ģeometrijā). Piemēram, punkts, kas atrodas bezgalīgi tālu, ideālā termālā iekārta, ideālā gāze, bezgalīgi mazi izmēri u.c.

Turpmāk apskatītas svarīgākās definīcijas, kas saistības ar pilnīguma konceptu jeb „ideālu sistēmu” un izmantotas TRIZ teorijā.

“Idealitātes” pamata definīcijas

Ikdienas praksē saskaramies ar procesiem un norisēm, kuru vadībai izmantojam noteiktu daudzumu laika, naudas un enerģijas. Tālab nepieciešams atskaite punkts, kurš ir realitātē nesasniedzams, tomēr var kalpot kā standarts salīdzināšanai, lai novērtētu konkrēto tehnisko sistēmu vai problēmas risinājumu.

Idealitātes jeb pilnīguma ideju iespējams izskaidrot ar pavisam vienkāršu piemēru: ideālā variantā sistēmas idealitāte (P) atbilst maksimālam efektam (E) pie minimālām izmaksām (C)

$$P = E/C$$

Jo labāku rezultātu iegūstam pie mazākām izmaksām, jo augstāka idealitātes pakāpe sasniegta. Turpmāk apskatīti divi piemēri: 1) Idealitātes pakāpes palielināšana pie fiksētām izmaksām, palielinot efektu; un 2) Idealitātes pakāpes palielināšana ar fiksētu efektu, samazinot izmaksas.

Gadījumā ar fiksētajām izmaksām (ekonomiskām, sociālām, ekoloģiskām u.c.) ideāla rezultāts atspoguļo maksimālo iespējamo rezultātu, piemēram, papildu efektu, kurš iepriekš pat netika gaidīts. Ideālītātes pakāpes palielinājums bieži vien rodas, uzlabojoties parametriem kādā citā nozarē. Atbilstoši – risinot tehniskās sistēmas problēmu, var uzlaboties arī ekonomiskie, ekoloģiskie un sociālie rādītāji.

Mērķis ir sasniegt vēlamu rezultātu, izmantojot pēc iespējas mazāk resursu – ideālā variantā patēriņš būtu līdzvērtīgs nullei.

Ideālā sistēma

Ideālā sistēma veic tai paredzēto funkciju bez izmaksām – izmantojot nulli resursu (no visiem aspektiem).

Ideālais risinājums

Ideālais risinājums realitātē nav sasniedzams un tiek izmantots kā atskaites punkts iespējamo risinājumu novērtēšanai.

Ideālais risinājums nerada negatīvus efektus, lai cik arī detalizēti netiktu analizēts risinājums pēc Sistēmas Operatora (daudzekrānu shēmas) analīzes – skatot visās taisnēs, ekrānu daudzums sniedzas bezgalībā.

Daudzekrānu shēmas izmantošana

Izmantojot daudzekrānu shēmu risinājuma analīzes un novērtēšanas gaitā, tiek vērtēti konkrētā risinājuma potenciālie negatīvie efekti. Daudzekrānu shēmai, kas atspoguļo konkrēto situāciju, kā likums, ir ierobežots skaits ekrānu. Pirmkārt, ekrānu daudzums ir ierobežots psiholoģiskā inertuma (stereotipu) dēļ. Otrkārt, pastāv prasības un vajadzības, kas raksturīgas konkrētajai situācijai un ietver sevī vairākus subjektīvus faktorus.

Ideālā risinājuma ideja, kas aprakstīta iepriekš, nepieciešama, lai paaugstinātu objektivitātes līmeni risinājumu novērtēšanā. Ņemot vērā ideālā risinājuma definīciju, cik vien iespējams jācenšas izvairīties no stereotipiem un jāvērtē risinājums no dažādiem skatījumiem dažādās kategorijās, no dažādu interešu viedokļa pat neierobežotā vēsturiskajā laikā.

Problēmas risinājuma visvēlamākais rezultāts (VVR)

Maksimālais vēlamais rezultāts ir definēts mērķis vai mērķu sistēma, ko vēlamies sasniegt kā problemātiskās situācijas risinājuma rezultātu.

Saskaņā ar Efektīvās domāšanas teorijas “Neiespējamības” aksiomu, definējot visvēlamāko rezultātu, pieņemam, ka nav nekā neiespējama – nekā tāda, ko nevarētu atrisināt. Kaut arī šķiet, ka konkrētajā situācijā iespējas ir ierobežotas, jācenšas iztēloties, ka šķēršļu nav: varat pat iztēloties, ka jums ir burvju zizlis, kas var sasniegt neiespējamo.

VVR apvieno visas ideālās sistēmas, kas nepieciešamas konkrētās problemātiskās situācijas risināšanai (skatiet Ideālā sistēma), un ideālo gala rezultātu (skatiet Ideālais gala rezultāts), kas sniedz maksimālo efektu ideālā risinājuma pielietojumā.

Būtiski ir saprast atšķirību starp VVR un ideālo risinājumu. VVR ir risinājums, kurš prezentēts kā ideāls konkrētās situācijas kontekstā, noteiktā laika periodā, ar noteiktiem resursiem, saskaņā ar klasiskās TRIZ teorijas “Konkrētās situācijas” aksiomu. (skatiet “Konkrētās situācijas” aksiomu).

Maksimālais vēlamais galarezultāts (VVR) ir vidusmēra concepts, kas atrodas starp Ideālo gala rezultātu (IGR) un ideālo sistēmu, no vienas puses, un ideālo risinājumu no otras puses. IGR formulēts kā noteikta pretruna, kas iekļauta konkrētās problemātiskās situācijas aprakstā. Ideālā sistēma ir vienas sistēmas apraksts konkrētajā problemātiskajā situācijā. VVR apvieno

vīziju par IGR un ideālo sistēmu konkrētajā problemātiskajā situācijā. Šīs vīzijas mainītas un precizētas problēmātiskās situācijas risinājuma laikā.

Piezīme:

Agrīnajos TRIZ attīstības posmos nebija praktiski nekādas starpības starp Ideālo sistēmu, IGR un Ideālo risinājumu. Tomēr TRIZ attīstības gaitā radās nepieciešamība šos konceptus atdalīt. Tālab OTSM-TRIZ teorijā, IGR un ideālā sistēma ir pamata nosacījumi, kas veido VVR. Ideālais risinājums tiek izmantots, lai novērtētu iegūtos risinājumus.

Vēl kāda ideālā risinājuma funkcija ir kalpot par instrumentu, ko izmanto psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai. Kad iegūts rezultāts, kas tuvu VVR vai sakrīt ar to, jācenšas atrast elementus daudzveidīgu shēmā, kur risinājumi rada vai var rasties negatīvi efekti. Šos elementus jāatrod, jo tie palaisti garām veidojot VVR. Citiem vārdiem, ideālā risinājuma modelis palīdz iziet ārpus konkrētās problēmsituācijas robežām, kuras ietvaros tika definēts VVR un jāspēj uz situāciju palūkoties ar neatkarīga vērotāja acīm, kurš nav ieinteresēts situācijā un spēj reaģēt objektīvi.

Ideālais gala rezultāts (IGR)

Saskaņā ar ARIZ-85-C likumiem par IGR (Ideālo gala rezultātu), kas formulēts pretrunas veidā, tajā ir skaidri formulētas divas nesavienojamas prasības, kas jāsavieno pretrunīgā risinājumā. IGR nosaka mērķi un kritērijus efektivitātes novērtēšanai atrisināmai pretrunai. Jo risinājums tuvāks IGR, jo labāk. Tādējādi Ideālais gala rezultāts kalpo kā atskaites punkts, strādājot ar problēmu. Tālab ARIZ attīstības procesa laikā IGR no viena soļa pārtapa soļu sistēmā, ko H.S.Altšullers nodēvējis par "IGR paketi": IGR-1; spēcinātais IGR; IGR-2.

OTSM teorijā, IGR paketē "Pretrunu" tehnoloģijas skaidrotas atsevišķos soļos: IGR-2 iedalās "Nepilnīgajā IGR-2" un "Apkopotajā IGR-2".

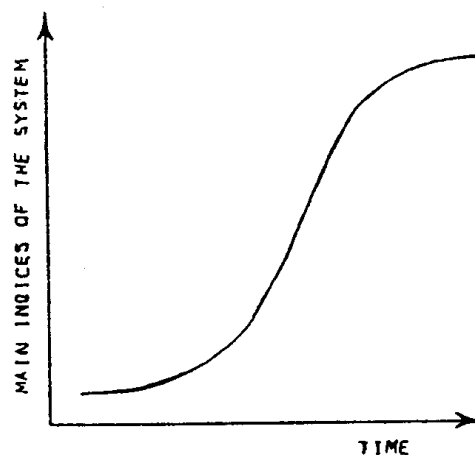
Katrs no nepilnīgajiem IGR-2 sakrīt ar konkrētu spēcināto IGR un ir definēts pēc ar to saistītajiem fiziskās pretrunas formulējumiem (OTSM tā ir parametru pretruna) mikro un makro līmenī. Tādējādi katrs spēcinātais IGR sakrīt ar vismaz diviem nepilnīgajiem IGR-2: mikro un makro līmenī.

Katrs nepilnīgais IGR-2 ir kā mozaīkas elements, kas veido Apkopoto IGR-2.

2.4.3. Modelis

Tehniskās sistēmas dzīves ilgumu (līdzīgi kā citām sistēmām, piemēram bioloģiskajām sistēmām) var ilustrēt kā galveno parametru atkarību no sistēmas laika gaitā. Šāds tehniskās sistēmas modelis, kas ir S līknes formā (Attēls 4.1.), plaši pielietots OTSM-TRIZ. S-līkne demonstrē, kā galvenie tehniskās sistēmas parametri (ātrums, jauda, produktivitāte u.c.) mainās sistēmas dzīves laikā. Katrai sistēmai ir tikai tai piemītošas īpatnības, tās īpašais "portrets" – S līknes formā. Tomēr visiem šiem portretiem ir arī kopīga iezīme – apgabali, kas atkārtojas visām sistēmām: 1 – „bērnība”; 2 – „briedums”; 3 – „vecums”;

Tehniskās sistēmas attīstības gaitā tās galvenie parametri pieaug un sistēma pilnveidojas – tuvinās ideālai sistēmai. Ir būtiski veidot izmaiņu shēmu, atbilstoši laikam, vienam no sistēmas būtiskākajiem indikatoriem, izmantojot patentu fondu un citus resursus, kas sniedz informāciju par analizētās sistēmas iepriekšējo attīstību. Turpmāk iegūtā S-līkne tiek izmantota, lai izdarītu secinājumus par attīstības



Attēls 4.1 S-līkne.

fāzi, kurā tehniskā sistēma atrodas.

Pastāv vairākas fāzes, soļi, sistēmas idealitātes pakāpes palielināšanai:

- Sistēmas parametru (1-2 galveno) uzlabošana pie izmaksu palielināšanas;
- Sistēmas parametru (1-2 galveno) uzlabošana pie nemainīgām izmaksām;
- Sistēmas parametru uzlabošana (parādoties jaunām funkcijām) pie izmaksu palielināšanas;
- Sistēmas parametru uzlabošana (parādoties jaunām funkcijām) pie nemainīgām izmaksām;
- Sistēmas parametru uzlabošana, samazinot izmaksas;
- Sistēmas parametru uzlabošana (parādoties jaunām funkcijām) pie samazinātām izmaksām;
- Izmaksu samazināšana;

Nozīmīga izmaksu samazināšana tiek izmantota, lai atbalstītu sistēmas pastāvēšanu un jaunu funkciju ieviešanu, kas ievērojami palielina sistēmas pielietojumu, tā notiek sistēmai pilnībā izzūdod (samazinot izmaksas līdz iepriekšējam līmenim), piemēram, tai savienojoties ar citu sistēmu vai pārejot apakšsistēmā, pārnesot tās funkcijas jaunajai sistēmai.

2.4.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

Rīki, kas izmantoti pareizā risinājuma sasniegšanai: Instrumentārie likumi – Sistēmas elementu pabeigtības likums; Enerģijas caurplūsmas likums; Sistēmas elementu ritmu harmonijas likums.

Idealitātes pakāpes palielināšanas fāzes	Metodes to sasniegšanai
Sistēmas parametru uzlabošana pie izmaksu palielināšanas;	Intensīvs resursu izmantojums, izstrādātas metodes konstruktīviem risinājumiem;
Sistēmas galveno parametru uzlabošana pie nemainīgām izmaksām;	Tehnoloģijas resursu taupīšanai; optimāli risinājumi; standarta risinājumi resursu taupīšanai;
Jaunu funkciju parādīšanās pie palielinātām izmaksām;	Izstrādātas metodes konstruktīviem risinājumiem; vērtības analīze (pie maznozīmīga izmaksu pieauguma)
Jaunu funkciju parādīšanās pie nemainīgām izmaksām;	Izstrādātas metodes konstruktīviem risinājumiem; vērtības analīze;
Sistēmas parametru uzlabošana pie samazinātām izmaksām;	Vērtības analīze, OTSM-TRIZ
Jaunu funkciju parādīšanās pie samazinātām izmaksām;	Vērtības analīze, OTSM-TRIZ
Nozīmīgs izmaksu samazinājums, ko izmanto sistēmas pastāvēšanas atbalstīšanai un parādoties jaunām sistēmas funkcijām;	Vērtības analīze, OTSM-TRIZ

2.4.5. Piemēri

Piemērs

Pirms moderno navigācijas metožu parādīšanās, burātāji šim nolūkam izmantoja zvaigznes. Mēģiniet iztēloties, cik neliels skaits kuģu sasniedza krastu nenomaldījušies, un cik dzīvību mūsdienās tikušas izglābtas, pateicoties šim norādēm.

Ideāla sistēma nav sasniedzama, bet pēc tās ir iespējams tiekties; būtiskākais ir izvēlēties pareizo virzienu.



Piemērs

Plosts baļķu transportēšanai ir ideālā sistēma. (Ar laiku ievērosit, ka reālām sistēmām un risinājumiem, var runāt tikai par ideālu salīdzinošā pakāpē, jo ideālais risinājums jau pēc definīcijas ir nesasniedzams.) Tādējādi var apgalvot, ka plosts, kas izgatavots no kravas materiāla, pārvietojot baļķus, ir ideālāks risinājums nekā kravas kuģis, kas pārvieto baļķu kravu.

Tomēr pasaule ir pilna pretrunu: ir skaidrs, ka baļķi, kas tiek pārvietoti ar kravas kuģi, saglabājas sausi, salīdzinājumā ar tiem, kas tiek pārvietoti ar plostu. Tādējādi citam parametram – kravas pasargāšanai, ir mazāka vērtība. Šeit parādās jauna problēma...



Piemērs

Katrs kravas kilograms ir no svara, piemēram kosmosa kuģī, kas ceļo pa Zemes orbītu – nav pārspīlēts, ka katra kravas kilograma pacelšanai Zemes orbītā, nepieciešams patērēt līdzekļus, kas pielīdzināmi kilogramam zelta.

Divdesmitā gadsimta beigās tika ierosināts veidot kosmosa kuģu kabīņu interjera elementus no presētiem pārtikas produktiem. Tādējādi – ja aprūktos pārtikas krājumi, būtu iespējams uzturā izmantot elementus no, piemēram, klubkrēsliem vai iekšējām sienām.



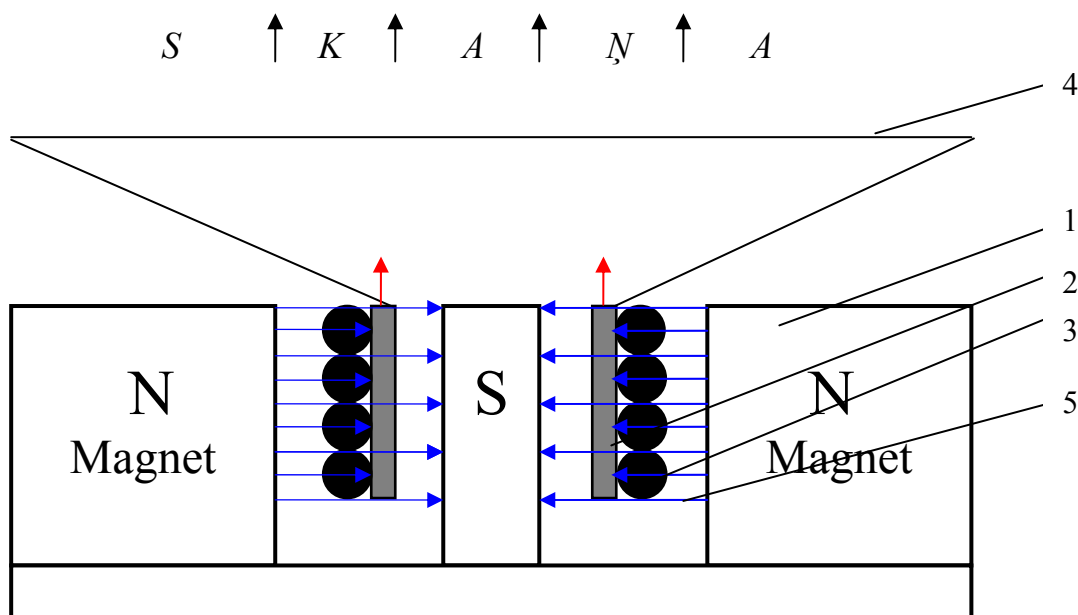
Piemērs

Ceļojot kosmosā, nepieciešams arī pietiekami degvielas, jo īpaši tāliem un ilgiem lidojumiem. Kā nodrošināt kosmosa kuģa pārvietošanos, ja degvielas nav atlicis nemaz? Kosmosa kuģu trajektorija ir aprēķināta tā, lai, izmantojot dažādu planētu gravitācijas spēku, pat bez degvielas būtu iespējams pārvietot kosmosa kuģi visumā no viena punkta uz otru, tādējādi izpildot kosmosa kuģa funkciju.



Piemērs

Attēls 4. 2. ilustrē skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērs griezumu.



Attēlā demonstrēti:

- 1 – Magnēts
- 2 – Tinuma montāža
- 3 – Tinuma loki
- 4 – Izklidētājs
- 5 – Magnētiskā lauka darbības robežas

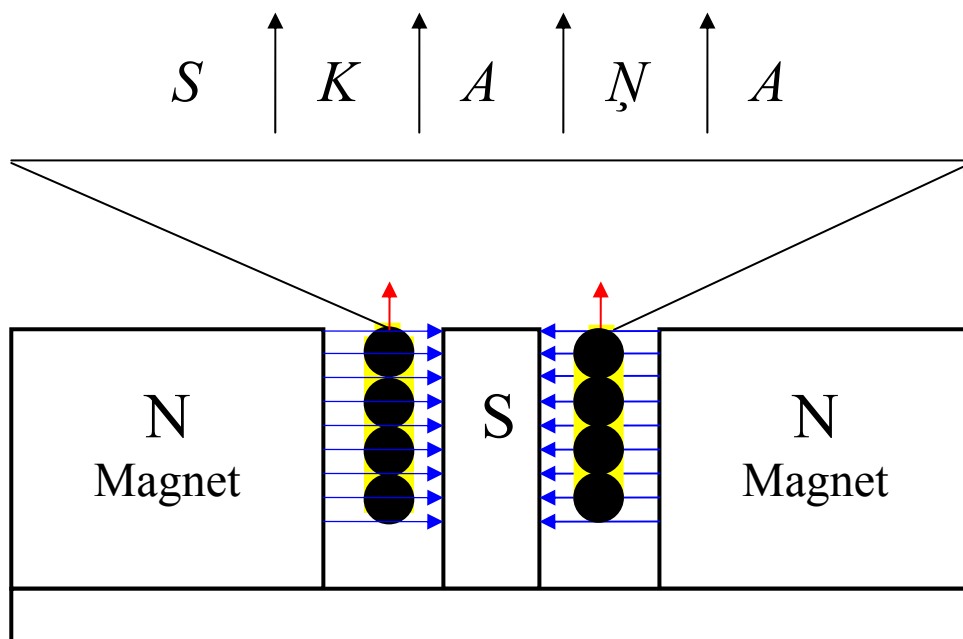
Attēls 4.2.

Tinums ar vadītāju, kas atrodas magnētiskajā laukā, ir “Dzinējs”, tas darbojas kā pārveidotājs, elektriskā un magnētiskā lauka enerģiju pārveidojot izklidētāja mehāniskajās svārstībās un svārstībās gaisā.

Iepriekš apskatījām skaļruņa magnētisko ķēdi (Skatiet 2. nodaļu, piemēru 2.2, kā arī uzdevumu nodaļas beigās). Parasti skaļruņa tinums ir izvietots uz speciāla kartona vai plastikāta ietvara un ievietots starp magnētiem. Kāda ir tinuma ietvara funkcija? Tas saglabā vadītāja tinumus skaļruņa magnētiskās ķēdes centrā, starp magnētu poliem. Saskaņā ar iepriekš apskatītiem likumiem (Skatiet 1. nodaļu, sadaļu 1.4.1: “Sistēmas elementu pabeigtības likums” à kā precīzi noteikt tehniskās sistēmas funkciju?), precizēsim formulējumu: “Kompensēt tinuma loku elastīgo spēku darbību un gravitācijas spēkus, mainot tinuma atrašanās vietu”.

Tinuma piemērs noved pie nevēlamiem efektiem. Pirmkārt, tas rada magnētiskās straumes zaudējumus. Tinums aizņem nelielu, noteiktu vietu atverē starp magnētiem: jo lielāka atstarpe starp magnētiem, jo vājāka magnētiskā plūsma, un līdz ar to skaļruņa jauda ir mazāka. Otrkārt, visnevēlamākais efekts ir vadītāja tinuma vājāka dzesēšana. Jaudīgiem skaļruņiem, kad cauri tinumam tiek novadīta liela plūsma, tinums stipri uzsilst un var notikt īssavienojums. Šajos apstākļos ir būtiski piegādāt tinumam gaisu no dažādām pusēm, lai to dzesētu. Gadījumā, ja tinums veidots no elektriski izolējoša materiāla, tas darbojas kā siltuma izolators un kavē tinuma dzesēšanu.

Kas šādā gadījumā ir tinuma ideālais apvalks? Tas būs apvalks, kas izpilda specifisku funkciju, bet neaizņem vietu, tā izmaksas tuvinās nullei. Vienkāršāk sakot – apvalka nav, bet funkcija tiek izpildīta.



Attēls 4.3.

Lai izpildītu funkciju, tika radīti tinumi bez apvalka, kuru loki ir nostiprināti ar speciālu līmes savienojumu. Būtiski, ka vecajā sistēmā, šīs metodes prototips jau pastāvēja – tinuma loki bija noklāti ar laku, lai sasniegtu augstāku pretestību un virsmas aizsardzību pret mehāniskiem bojājumiem. Tomēr lakas stiprība nebija pietiekama, lai nostiprinātu tinuma lokus nepieciešamajā stāvoklī, jo trūka ietvara. Turklāt pozitīvo un negatīvo efektu problēma netika apskatīta un aprakstīta, kā sekas tā tika atrisināta tikai salīdzinoši nesen.

Piemērs

Velosipēda dinamo iekārta uz riteņa parasti ir uzstādīta kā atsevišķa iekārta. Ritenim rotējot mehāniskā enerģija tiek pārnesta no dinamo iekārtas ar ritentiņa (rotora) palīdzību, tam saskaroties ar riteņa virsmu. Lai sasniegtu augstākus parametrus velosipēda apgaismes sistēmā (apgaismes spožums un tādējādi arī lampiņas jauda, elektriskā kapacitāte), nepieciešama jaudīgāka dinamo iekārta. Riteņa virsmas un dinamo iekārtas rotora mehāniskais kontakts balstās uz berzes principa un pārnes tās spēku uz jaudīgāko dinamo iekārtu. Apgaismes sistēmas attīstība un velosipēda drošības sistēma tika izveidota ar dinamo ieviešanu, kas balstās uz mehāniskās enerģijas pārnesei ar berzes palīdzību dinamo iekārtas un riteņa virsmas tieša kontakta laikā.

Jaunākajiem velosipēdu modeļiem, dinamo iekārtas uzstādītas uz aizmugures riteņa ass. Riteņa ass, uz kuras uzstādīti magnēti, vienlaikus kalpo arī kā dinamo rotors. Transmisijas metode – dinamo iekārtas rotors un velosipēda riteņa virsma – ir pazuduši, jo tie bija lieki. Līdz ar to berzes zaudējumi mehāniskās enerģijas pārnesei laikā ir likvidēti. Šādos gadījumos var teikt, ka sistēma ir tuvojusies ideālam – kļuvusi pilnīgāka.

2.4.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

Kopsavilkums.

Tehniskās sistēmas eksistences īpatnības tās attīstības fāzē (otrajā un trešajā fāzē S-līknē) ir aprakstītas likumā:

Visu sistēmu attīstība notiek ar mērķi tuvojoties ideālai sistēmai. Tā ietver dažādus mehānismus un sastāv no vairākām fāzēm. Pirmkārt, tā ietver pamata parametru palielinājumu, pēc tam – funkcijas realizēšanai paredzēto izmaksu samazinājumu un jaunu funkciju parādīšanos. Un pēdējā fāzē – savienošanas ar citu sistēmu un funkciju pārneši uz šo sistēmu, vai citas sistēmas funkciju izpildi.

Definīcijas.

Idealitāte; Ideālā sistēma; Ideālais risinājums; Visvēlamākais rezultāts (VVR); Ideālais gala rezultāts (IGR).

Jautājumi:



1. Kā definēt idealitāti?
2. Kā definēt ideālo sistēmu?
3. Kāds ir ideālais risinājums?
4. Kāda ir atšķirība starp visvēlamāko rezultātu un ideālo gala rezultātu?
5. Kā definēt Ideālo gala rezultātu?

2.4.7. Atsauces



Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. (Russian), 126. lpp.

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), pp. 227-228.

Саламатов Ю., Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. (Russian), 138-168. lpp.

Khomenko, N., “The law of the completeness of the parts of the system with OTCM-TRIZ interpretation”. (Russian) (Karlsruhe, manuscript, 9 July 2008).

Khomenko, N., “The law of increasing of degree of Ideality of the system with OTCM-TRIZ interpretation”. (Russian) (Karlsruhe, manuscript, 18 July 2008).



2.5 Piektā nodaļa: Sistēmas elementu nevienmērīgas attīstības likums

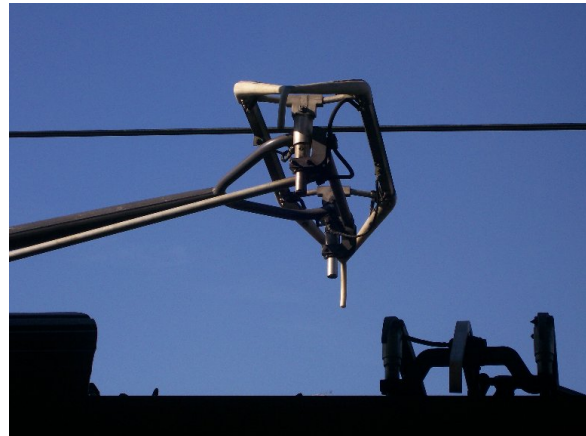
Šīs rindas rakstu braucot ātrvilcienā, traucoties cauri Eiropai ar ātrumu 350 km/h. Ātrums ir apbrīnojams, tomēr ir jūtams, ka tas ir tuvu sliežu transporta ātruma robežām.

Kāda varētu būt bijusi sarežģītākā problēma, konstruējot šādu vilcienu? Vēl jaudīgāka dzinēja izstrāde, jauna sliežu ceļa izbūve, jauna tipa bremzēšanas sistēma? Jā, daļēji tie bija šie izaicinājumi. Tomēr, saskaņā ar izstrādātājiem, vislielākais izaicinājums bija elektriskā savācēja (posms, kas novada elektroenerģiju no vadiem uz vilciena elektriskajiem mehānismiem) izstrāde. Ātrvilcienā, elektriskais savācējs panes ārējo pretestību līdzīgi struktūrai, kas pieejama mūsdienu modernajos ātrvilcienos.

Šajā tekstā nav apskatīti tehnoloģiskie risinājumi, kas izmantoti ātrvilcienā. Tā vietā izcelti būtiskākie šī piemēra punkti. Jebkuras tehniskās sistēmas (TS) dzīves laikā, jebkurā laika periodā, TS elementi pastāv dažādos attīstības līmeņos. Pirmkārt, TS elementu attīstības līmeņi atšķiras jebkurā laika periodā. Otrkārt, izmaiņas sistēmas elementos norisinās nevienmērīgi, un nereti – ārkārtīgi strauji. Allaž ir kāds elements, kas kavē TS tālāku attīstību un tā galveno parametru pieaugumu. Šis elements ir vājais posms, kas rada spēcīgas pretrunas. Tāpēc būtiski ir noteikt šo elementu.



Attēls 5.1 Jaunās paaudzes ātrvilciens



Attēls 5.2. Ātrvilciena elektriskais savācējs

Vilciena attīstības vēsturē bijuši vairāki faktori, kas kavējuši sasniegt noteiktus parametrus (ātrumu, garumu, vilciena svaru, bremzēšanas ceļu u.c.). Tvaika lokomotīves jauda pakāpeniski pieauga līdz radās konflikts ar sliežu ceļa kvalitāti. Dažus gadus vēlāk tehnoloģiskie sasniegumi metalurģijas jomā ļāva masveidā ražot ilgāk kalpojošas, garākas un relatīvi lētas sliedes. Tā rezultātā sliežu ieklāšanas tehnoloģija bija atbildīga par ceļa kvalitāti un kopējo sliežu – ceļa sistēmu.

Vilcieni kļuva ātrāki, pārvadāja vairāk kravas un sasniedza arī attālākus galapunktus. Tomēr dzinējs nespēja nodrošināt pietiekamu jaudu, lai sasniegtu ātrumu, ko pieļautu jaunas sliedes. Pēdējais no tvaika dzinēja izrāvieniem bija pāreja uz jaudīgāku degvielu: ogļu vietā sāka izmantot petroleju. Mainījās arī dzinējs – lai saražotu vairāk jaudas, bija nepieciešams augstāks tvaika spiediens. Šim nolūkam bija nepieciešams izturīgāks (un smagāks!) dzinējs. Tālāks vilciena parametru pieaugums kļuva iespējams līdz ar pāreju uz jauna tipa dzinējiem, t.i. elektriskajiem dzinējiem.

Tādējādi, risinot praktiskus uzdevumus un ziņojot par tehnoloģisko attīstību, ir īpaši būtiski precīzi definēt jebkuru vājo punktu tehnoloģiskajā sistēmā. Pēc tam nepieciešams noteikt esošās pretrunas un tiešās pūles, kas nepieciešamas tieši šī elementa tālākai uzlabošanai.

2.5.1. Definīcija



Sistēmas elementu attīstība notiek nevienmērīgi; jo sarežģītāka sistēma, jo nevienmērīgāka tās elementu attīstība.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 229.lpp.

2.5.2. Teorija

Šis likums pieder pie kategorijas “Kinemātika”, tie ir likumi attīstītām tehniskajām sistēmām, kas atrodas otrajā un trešajā attīstības līmenī (Skatiet S-līkni).

Zināms, ka jaunu tehnisko sistēmu rašanās brīdī, tās galvenajiem elementiem jābūt spējīgiem izpildīt pamata funkcijas minimālajā darba kapacitātē. Turklāt nepieciešama arī jaudas caurplūsma, kas vieno sistēmas elementus un vadības vienību. Tehniskās sistēmas ritmiem jābūt saskaņotiem, lai tehniskā sistēma varētu attīstīties un uzlabot tās parametrus (pazīmes). Tas attiecas, pirmkārt, uz atjaunotām tehniskām sistēmām, kas atrodas to pirmajā attīstības posmā (Skatiet S-līkni).

Līdz ar attīstību, TS elementi mainās saskaņā ar vides un cilvēku mainīgajām prasībām. TS ietver elementus no dažādiem attīstības līmeņiem dažādās tās pastāvēšanas posmos. Šīs nevienlīdzības var aprakstīt ar pretrunu palīdzību. Jo īpaši, asas pretrunas rodas dēļ sistēmas vājākā elementa – vājā posma.

Viens no iemesliem TS elementu nevienmērīgai attīstībai ir ierobežoti resursi. Pirmkārt, tie ir materiālie resursi, tāpat arī laiks, kas nepieciešams attīstībai, ieviešana un ieiešana tirgū. Turklāt, šajā posmā vielas ierobežojumi parasti izpaužas kā pieejamie metožu resursi un uzdevumu risinājumi.

Biežākā kļūda:

Visai bieži TS uzlabošana sākas ar izmaiņām tajā sistēmas elementā, kura izmaiņas prasa vismazāko piepūli. Jo īpaši tas ir tradicionāli sarežģītiem uzdevumiem – risināt problēmu tikai tās vājākajā posmā. Viens no iemesliem ir ierobežotas radicionālo metožu iespējas problēmu risināšanā.

Šīs pieejas aplamība skaidri izteikta šajā jokā:

Džentlemenis izmisīgi kaut ko meklē uz trošuāra laternas gaismā. Sekojošais dialogs norisinās starp policistu un džentelmeni:

“Ser, vai varu jums palīdzēt?”

“Jā, esmu pazaudējis savu dzīvokļa atslēgas.”

“Vai atceraties, kur tās pazaudējāt?”

“Protams, tur, pie sava auto” (viņš norāda uz auto ielas otrā malā)

“Tad kādēļ jūs tās meklējat šeit, zem laternas?”

“Šeit ir gaišāks!”

Mēs, protams, pasmejamies par neapķērīgo džentelmeni, bet bieži vien, uzlabojot kādu tehnisko sistēmu, rīkojamies tieši tāpat... Un vienīgi tad, kad esam pagalam nomocījušies ar pārējiem sistēmas elementiem, pievēršamies sistēmas vājajam posmam.

Turpinot ilustrēt piemēru ar tehniskās sistēmas “vilciens” attīstību, var secināt sekojošo: lai attīstītu TS, nepieciešams precīzi un pareizi formulēt tās funkciju. Tas nozīmē arī precizēt TS ierobežojumus. Gadījumā ar ātrvilcienu, ierobežojumi izveidoti tā, ka izmaiņas netiek saistītas

ar principu “riteņi - sliedes”, bet gan kokrētu tehniskās sistēmas „vilciens” elementu “riteņi - sliedes”, kas ir vājš posms.

Piezīme:

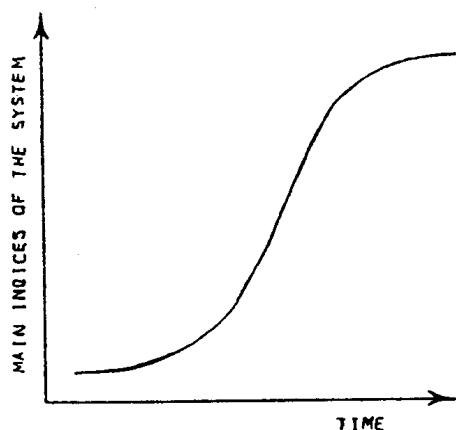
Nakamā vilciena attīstības stadija ir vilciens uz elektromagnētiskās plāksnes. Šāda vilciena konstruēšanā notiek pāreja no savieojuma “riteņi-slides” (makro līmenis) uz elektromagnētisko mijiedarbību (mikro līmenis). Pārmaiņas piedzīvo arī elektriskais savācējs – nav vairs elektriskā vadītāja slīdošā kontakta. Enerģijas transmisijas funkcija tiek veikta ar elektromagnētiskā lauka starpniecību. (Detalizētāka informācija par vilciena nākamo attīstības stadiju un tehniskās sistēmas likumu, kas veido šīs stadijas pamatu, attīstību skatiet 7. nodaļā, piemērs 7.5.5).

2.5.3. Modelis

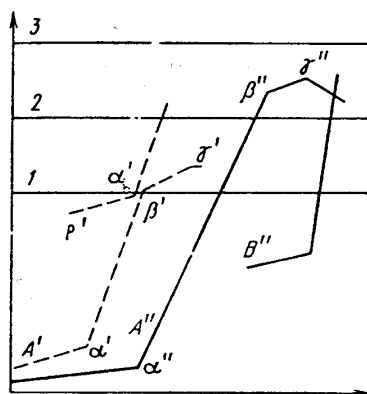
S-līkne

Tehniskās sistēmas pastāvēšana (tāpat kā citām sistēmām, tostarp bioloģiskām sistēmām) var tikt aprakstīta kā sistēmas atkarība no sistēmas galveno parametru atkarības no laika. Tehniskās sistēmas attīstības modelis S-līknes formā (Attēls 5.3.) ir plaši pielietots OTSM-TRIZ. Līkne demonstrē kā TS un tās galvenie parametri (pazīmes) mainās tās pastāvēšanas laikā (ātrums, jauda, efektivitāte utt.). Katrai sistēmai ir savas īpatnības, savs “portrets” S-līknes formā. Tomēr katram “portretam” ir kāda iezīme, kas kopīga visām sistēmām. Tās ir attīstības fāzes: 1 – “bērnība”, 2 – “briedums”, 3 – “vecums”.

Jāatzīmē ka visu TS attīstība notiek nevienmērīgi dēļ to elementu nevienmērīgas attīstības.



Attēls 5.1



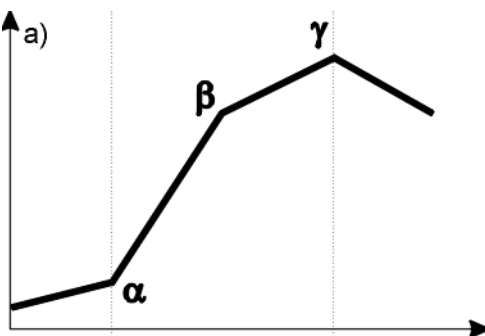
Attēls 5.2

“Bērnībā” (pirmais segments) tehniskā sistēma attīstās lēni. Kā likums šis attīstības līmenis sakrīt ar tās priekšteču sistēmu posmiem “briedums” vai “vecums” (Attēls 5.4.). Jaunā sistēma joprojām ir vāja; tās galvenie parametri var būt sliktāki kā vecās sistēmas parametri. Jaunās sistēmas attīstībai trūkst resursu, tomēr jaunai strādājošai sistēmai piemīt ievērojams potenciāls.

Vecās sistēmas eksistence kavē jauno sistēmu – konkurentu parādīšanos. Tikai tad, kad vecā sistēma ir izzudusi, sākas strauja jaunās sistēmas attīstība (pagrieziena punkts a). Tad seko līmenis “briedums” (2. segments).

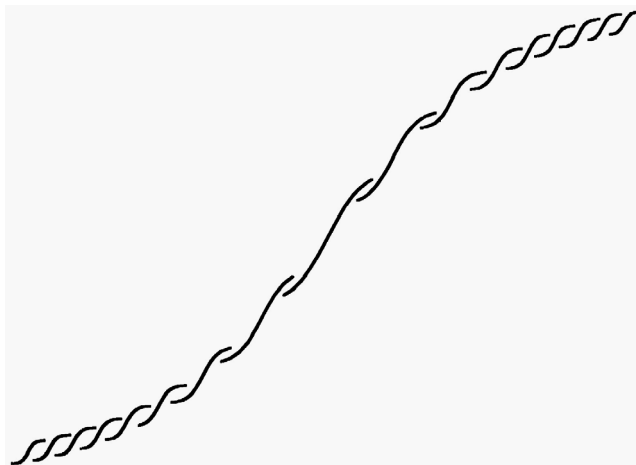
Kādu brīdi (pagrieziena punkts b) attīstības rādītāji samazinās un iestājas posms “vecums” (3. segments). Šajā brīdī ir pienācis laiks parādīties jaunai TS. Pēc punkta g tehniskā sistēma tiek aizvietota ar jaunu vai turpina uzrādīt nemainīgus rādītājus ilgtermiņā (piem., velosipēds).

Tehniskās sistēmas attīstības posmi.



Attēls 5.3

Tehniskā sistēma tās attīstības laikā ir konstantu izmaiņu subjekts. Mainās tās materiāli, atsevišķus tās elementus aizstāj citi jau attīstītāki elementi. Tehniskās sistēmas dzīvības ciklu var atspoguļot S-līknes formā, kas veido tehnisko sistēmu. (Modis, 1994).



Attēls 5.6. S-līkne, kas sastāv no citām S-līknēm, pārstāvēt apakšsistēmas. Horizontālā ass apzīmē laiku.

Tehniskās sistēmas attīstība notiek nevienmērīgi no dažādiem aspektiem. Vairāki no tiem norādīti lejāk:

- TS uzrāda atšķirīgus attīstības rādītājus dažādos tās pastāvēšanas līmeņos;
- Apakšsistēmas, kas ir daļa no TS, uzrāda atšķirīgu attīstības līmeni jebkurā nejausi izvēlēta mirklī TS pastāvēšanas laikā;
- Apakšsistēmām piemīt dažādi pastāvēšanas ilgumi;
- TS attīstības rādītāji nav vienādi pat viena to pastāvēšanas posma laikā;
- Ir iespējama īslaicīga vecās apakšsistēmas atjaunošanās. Lai arī iepriekš izslēgta, tā var notikt, tikai ar jauniem nosacījumiem.

2.5.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

2.5.4.1. Attīstības likumi un to instrumenti

Nepieciešams:

Izstrādāt TS modeli, kas sastāv no 4 elementiem (Skatiet 1. nodaļu).

Analizēt TS enerģijas caurplūsmas kapacitāti (Skatiet 2. nodaļu) tāpat kā sistēmas elementu ritmu saskaņotību vai nesaskaņotību – atkarībā no nepieciešamās funkcijas (Skatiet 3. nodaļu).

Salīdzināt kopējo sistēmu un katru tās elementu ar Ideālo sistēmu (Skatiet 4. nodaļu).

Sākotnējās analīzes gaitā tiks identificētas pretrunas, kas raksturo dažādus TS elementus. Nepieciešams novērtēt, kura pretruna ir visierobežojošākā. Piemēram, nevēlamo efektu skaita un to pretrunu ietvaros (izvēlētajās funkcijas darbības kontekstā).

2.5.4.2. S-līkne

Risinot praktiskus uzdevumus un fiksējot tehniskās sistēmas attīstības stāvokli, ir būtiski pareizi konstruēt analizētās TS “portretu”. Svarīgi ir izveidot grafiku, kas attēlo izmaiņas laikā vienam no sistēmas nozīmīgākajiem indikatoriem, izmantojot informāciju par patentētajām

Attēls 5.3.: S-līkne (Skatiet: G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 205-216).lpp.

Attēls. 5.4, Attēls. 5.5. Izpildījums – Pielietojums, (Skatiet: Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Moscow, Sovetskoye Radio, 1979), 113-119.lpp.)



tehnoloģijām un citus avotus par iepriekšējo analizējamās sistēmas attīstību. Turklāt slēdzieni par TS attīstības līmeni, kurā tā atrodas, tiek izdarīti, izmantojot S-formas līkni.

2.5.4.3. Problēmu tīkla izveide un tā struktūras analīze

Veidojot analizējamās TS konkrētā stāvokļa aprakstu, veidojas problēmu tīkls (Skatiet nodaļu ...). Problēmu tīkls ietver problēmas un to daļējās problēmas tāpat kā to savstarpējās saiknes. Problēmu tīkla struktūra sniedz informāciju par kopējās sistēmas nevienmērīgo attīstību un vājadiem posmiem.

2.5.5. Piemērs

Piemērs

Mūzikas klausīšanās allaž bijusi populāra. Pagājušā gadsimta vidū apskaņošanas tehnika ir piedzīvojusi nopietnu izrāvienu attīstībā. Jo īpaši attīstījušies elektroniskie pastiprinātāji. Pēc autoru domām iemesls šīm pārmaiņām slēpjas plašajos iespēju resursos – t.i. elektroniskajā bāzē. Vairāku gadu desmitu laikā pasaule ir piedzīvojusi divas elektronisko bāzu paaudzes: elektroniskās spuldzes tika aizvietotas ar tranzistoriem, kam sekoja integrētās mikroshēmas. Šī un citas modernās tehnoloģijas ļāva uzlabot skaņas kvalitāti un produkcijas pārdošanas apjomus, līdz ar to samazinot cenas.

Skaļruņi neprogresēja tik strauji. To galvenie parametri no vienas puses radīja konfliktu ar cilvēku vajadzībām pēc kvalitatīvas atskaņošanas, no otras puses – ar elektroniskās bāzes iespējām. Skaņas nesēji (lenšu kasetes, radio signāls, vinila plates utt.) tāpat kā elektroniskie pastiprinātāji ļāva palielināt skaņas kvalitāti. Skaļruņi bija vāji posms, kas kavēja apskaņošanas tehnikas vispārējo attīstību.

Atgriežoties pagājušā gadsimta vidū, skaņas atskaņošanai tika radīti pastiprinātāji, kam nelineārie kropļojumi bija mazāki kā 0,5 % pie 50 W jaudas. Tas ir apsveicams parametrs, tomēr skaļrunim, kas bija pieslēgts pie šāda pastiprinātāja, kropļojumi pieauga 10 – 20 reižu! Tomēr, pateicoties elektronikas attīstībai, pastiprinātāji turpināja progresēt.

Zinātnes un tehnoloģiju žurnālos, izstāžu stendos un veikalos tika izstādīti jauni elektronisko iekārtu modeļi, kuru plašās iespējas bez uzlabotiem skaļruņiem bija praktiski nelietojamas.

Skaļruņa vāji posms ir elastīgais atsperojums, kas atbild par multifrekvenču atskaņošanu. Tolaik no pieejamajiem materiāliem tika izgatavots praktiski viss, ko varēja iedomāties. Turklāt atsperojuma elastības turpmāks pieaugums un mīkstā struktūra noveda pie pretrunas... Lai šo pretrunu atrisinātu, bija nepieciešama pāreja uz jaunu sistēmu. Risinājumam skatiet 6. nodaļu: Likums par pāreju uz super-sistēmu (piemērs 6.13).



Piemērs

Apskatiet tuvāk katru augu, kas spraucas no zemes – kā tas aug! Tam ir divas lielas lapas, tās nav proporcionāli lielas salīdzinājumā ar paša auga sēkliņu un auga kātu. Arī augsnē situācija ar sakņu sistēmu ir līdzīga. Tas tālab, ka augam nepieciešama saules enerģija un barības vielas. Attīstības gaitā, citas auga daļas (elementi) palielina to augšanas rādītājus un izmērus salīdzinājumā ar sākotnējiem.



Piemērs

Mazuļa formas iespējams noteikt pat pēc bērnu zīmējumiem: cilvēka ķermenis ar neproporcionāli lielu galvu, īsām kājām un rokām. Arī cilvēka ķermenis attīstās nevienmērīgi. Pirmajos 10 dzīves gados cilvēks paveic 70 % no augšanas procesa un pirmajos 3 dzīves gados uzņem 70% informācijas, kas tam nepieciešama.



Piemērs



Arī sociālo sistēmu attīstība notiek nevienmērīgi. Slavenais Franču rakstnieks un publicists Anatols Fransī, ir atzīmējis: “Cilvēces lēnajā un labi koordinētajā progresā, karavānas sākums ir jau iegājis mirdzošajos zinātnes laukos, kamēr aste vēl joprojām atpaliek biezā mānīcības miglā, ko apdzīvo spoki un gari. Jā, pilsoņi, jūs rīkojaties pareizi, ja tiecaties tikt karavānas sākumā!”

2.5.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

Kopsavilkums

Līdz ar TS attīstību laikā, tajā notiek izmaiņas. Dažas apakšsistēmas aizvieto citas, kas noteiktos apstākļos ir efektīvākas. Mainās arī ārējie nosacījumi un cilvēku vajadzības. Šīs izmaiņas pielāgojas un rada jaunus konfliktus sistēmas elementu vidū. Jaunas sistēmas to praktiskā pielietojuma laikā izmanto cilvēku uzlabojumus un rada jaunas attīstības iespējas.

Šī attīstība nenotiek vienmērīgi laikā. Daži sistēmas elementi ir ar labākiem parametriem, citi kavē sistēmas vispārējo attīstību. Turklāt galveno parametru vērtības (kas nodrošina TS funkciju izpildi) arī notiek nevienmērīgi laikā.

Definīcijas.

Tehniskā sistēma (TS); EPV modelis; elements; pazīmes vērtība; pazīmes nozīme.

Jautājumi:



1. Kā izsaka sistēmas elementu nevienmērīgu attīstību?
2. Kuram tehniskās sistēmas attīstības līmenim šis likums vairāk raksturīgs?
3. Vai ir iespējams paredzēt punkta **a** pozīciju uz dotās tehniskās sistēmas līknes, tikai balstoties uz potenciālajām TS iespējām, neņemot vērā iepriekšējās TS stāvokli?
4. Kā TS sarežģītība ietekmē tās nevienmērīgo attīstību?



1. Attīstības gaitā TS elementi mainās līdz ar lietotāju un vides mainīgajām prasībām. Tehniskā sistēma ietver elementus no dažādiem attīstības līmeņiem dažādos tās pastāvēšanas posmos. Šīs nevienmērības var tikt aprakstītas ar pretrunu palīdzību. Jo īpaši asas pretrunas rodas sistēmas vājākajā posmā (Skatiet nodaļu 5.2., Teorija).
2. Šis likums pieder kategorijai “Kinemātika”, t.i., attīstītām TS, kas atrodas to otrajā vai trešajā attīstības posmā (Skatiet S-formas līkne). (Skatiet nodaļu 5.2., Teorija).
3. Vecās sistēmas eksistence kavē jaunās konkurējošās sistēmas parādīšanos. Tikai tad, kad vecā sistēma ir izzudusi, sākas strauja jaunās sistēmas attīstība (pagrieziens punktā **a**). Tad nāk posms “briedums” (2. segments). (S-formas līkne).
4. Tehniskās sistēmas elementu attīstība notiek nevienmērīgi; jo sarežģītāka sistēma, jo nevienmērīgāka tās elementu attīstība. (Nodaļa 5.1., Definīcijas).

2.5.7. Atsauces

- Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. (Krievu val.);
Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.;
- Саламатов Ю.**, Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. — Петрозаводск: Карелия. 1991. — 304 с. (Krievu val.);
- Modis, T.**, “Fractal aspects of natural growth”, *Technological Forecasting and Social Change* (1994) 47(1), pp. 63-73.





2.6 Sestā nodaļa: Likums par pāreju uz virssistēmu

Ja jums kādreiz gadījies iedzert sveloši karstu malku kafijas vai tējas ar temperatūru kaut 65°C , jums īsti negribēsies ticēt sekojošam faktam.

2007. gadā žurnālā “Zinātne” stāstīts par siltumizturīgu zāli, kas spējīga augt ģeotermālo avotu tuvumā Jeloustounas nacionālajā parkā (ASV). Zāle pavisam komfortabli aug pie temperatūras $+65^{\circ}\text{C}$. Pētot šo zāli, biologi atklāja ļoti retu trīskāršās simbiozes paraugu dabā – augu, kurā apvienojas pelējuma sēne un īpaša baktērija, lai pretotos augstajai temperatūrai. Ne visai bieži, bet dabā pastāv šādi simbiozes gadījumi, kad augi vai organismi sagrupējas un pārņem viens otra īpašības, lai izdzīvotu.

Simbiozes fenomens jeb dažādu sistēmu kombinācija ir pazīstama arī tehnoloģiju pasaulē. Protams, tieša fenomena pārnese no bioloģiskās sistēmas uz tehnisko, nav pareiza, tomēr ir interesanti analizēt dažas vispārīgas likumsakarības.

2.6.1. Definīcija



Izlietojot visas attīstības iespējas, sistēma iekļaujas virssistēmā kā viens no tās elementiem; tādējādi tālāka attīstība notiek virssistēmas līmenī.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (tulk. Angļu val. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 229.lpp.

2.6.2. Teorija

Šis likums pieder kategorijai “Kinemātika”, tie ir likumi, kas piemērojami tehniskām sistēmām (TS), kas atrodas trešajā attīstības posmā (Skatiet S-līkni).

Viens no virzieniem sistēmas tālākai attīstībai, kas atrodas punktā **b** vai **g** uz S-līknes (Skatiet attēlu 6.2.) ir sistēmu apvienošana. Tādējādi sistēmu apvienošana var parādīties agrāk, jau 2. Segmentā, pirms sasniegts punkts **b**. Šāda apvienošana iespējama gadījumos, kad ir vismaz viens parametrs, kas neapmierina lietotāju. Turklāt nepieciešams veikt funkciju, lai mainītu šo parametru; citas sistēmas elementi var kalpot kā attīstības resursi. Tradicionāla attīstības ķēde pārejai no mono (viena elementa) uz bi (divu elementu) un vēlāk poli (daudz elementu) sistēmu aprakstīta TRIZ literatūrā. Sākotnējā sistēma grupējas ar tāda paša vai līdzīga tipa sistēmu vai apgrieztu sistēmu (ar pretēju funkcijas nozīmi). Apvienošanās raksturs atkarīgs no nepieciešamās funkcijas tipa. Viens no galvenajiem nosacījumiem apvienošanai no TRIZ viedokļa ir jaunas īpašības parādīšanās.

2.6.3. Modelis

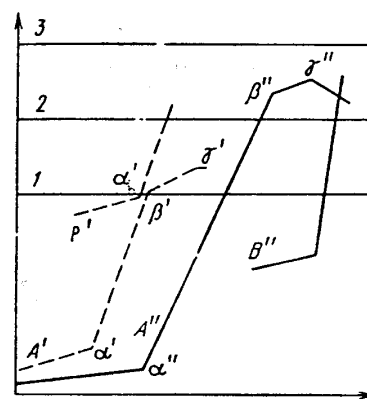
S-formas līkne (Skatiet 5. nodaļu).

Nepieciešams veidot tabulu, kas skaidro laika izmaiņas vienas sistēmas galvenajiem indikatoriem. Tādējādi iespējams izmantot patentu arhīvus un citus avotus, kas atklāj analizējamo sistēmu iepriekšējo attīstību. Turklāt ar iegūtās S-līknes palīdzību iespējams izdarīt secinājums par TS attīstības līmeni konkrētajā momentā.

Ja analīzes rezultāti rāda, ka tehniskā sistēma tuvojas punktam **b** vai punktam **g** un nav tālākas nepieciešamības palielināt galvenos parametrus, nepieciešams definēt jaunu tehnisko sistēmu,

kas mainīs esošo. Viena šāda sistēmas izmaiņa ir pāreja no esošās TS uz savienojumu ar jaunu, attīstītāku tehnisko sistēmu.

Sistēmu savienošanās var notikt jebkurā attīstības posmā, tomēr nepieciešams definēt sistēmai nepieciešamās funkcijas.



Attēls. 6.2

2.6.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

2.6.4.1. Piemērs

Apvienojot divus nažus, cilvēce radīja jaunu instrumentu griešanai: šķēres.

Risinājumu instrumenti: Likumi: likums par sistēmas elementu pabeigtību (neiztrūkstot nevienam no pamata elementiem); likums par enerģijas caurplūsmu; likums par sistēmas ritmu saskaņotību;



Piemērs

Uzliekot uz galda dažus tāda paša tipa zīmuļus, kādi tur jau pieejami, neiegūstam jaunu sistēmu vai jaunu īpašību. Tomēr šādi iespējams mainīt vienu no parametriem: laiku, ko patērējam asinot zīmuļus – katru norakstīto aizvietojo ar jaunu un jau uzasinātu. Tādējādi veicam jaunu funkciju. Parasti, noliekot sev priekšā uz galda vairākus dažāda garuma zīmuļus, varam mainīt vienu no parametriem – laika periodu, ko pavadām rakstot, bez papildu laika ieguldīšanas, kas nepieciešama zīmuļu asināšanai (mainot zīmuļus vienu pret otru – strupos pret uzasinātajiem – rakstīšanas laikā). Tas nozīmē, ka varam nodrošināt jaunas funkcijas izpildi – rakstīt, piemēram, vēstules bez pārtraukumiem, kas nepieciešami zīmuļu asināšanai.

Risinājuma instrumenti: pāreja no viena elementa sistēmas uz vairāku elementu sistēmu ar tā paša tipa īpašībām.



Piemērs

Ir vēl kāds veids, kā apvienot rakstāmrīkus, ko izmantojis Leonardo da Vinči, kurš radīja ierīci, lai veidotu kopijas. Divi grafīta zīmuļi tiek savienoti ar galiem, veidojot Y formu, kopā ar pildspalvu. Rakstot ar šādu dubulto zīmuli, autors varēja izveidot uzreiz divas dokumenta kopijas, kas līdzvērtīgas oriģinālam. (Protams, da Vinči nācās rakstīt uz šaurām papīra strēmelēm, kuru platumu noteica attālums starp Y formā savienoto zīmuļu grafīta galiem.

Risinājuma instrumenti: pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar tāda paša tipa īpašībām.



Piemērs

Kā jau iepriekš norādīts, sistēmas ar dažādām īpašībām var tikt grupētas kopā. TRIZ tās sauc par “sistēmām ar piemērotām īpašībām”. Lai veiktu piezīmes ar zīmuļiem dažādās krāsās, šī mērķa īstenošanas ērtībai divi zīmuļi – sarkans un zils – tika apvienoti vienā sistēmā.

Risinājuma instrumenti: pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar jauktām īpašībām.



Piemērs



Sistēmas ar apgrieztām raksturīpašībām var tikt grupētas kopīgi. Viena funkcija “uz virsmas atstāt zīmes” var tikt kombinēta ar pretēju funkciju “likvidēt zīmes no virsmas”. Šis var būt zīmuļa un dzēšgumijas apvienojums vai pildspalvas un dzēšamā šķidruma apvienojums.

Risinājuma instrumenti: pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar apgrieztām īpašībām.

Piemērs



Arī vairākas sistēmas var apvienot vienā sistēmā. Šādas sistēmas piemērs ir pildspalva ar vairāku krāsu lodītēm.

Risinājuma instrumenti: pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar apgrieztām īpašībām, kompensējamām iespējām.

Piemērs



Tālāka sistēmas attīstība, kas iegājusi jaunā sistēmā, notiek visas sistēmas līmenī. Sistēmai attīstoties, pieaug arī tās pilnīguma pakāpe jeb ideāls. Viens no šāda procesa veidiem ir izslēgt no sistēmas elementus, kas dublē viens otru. Tomēr grupējot krāsainos zīmuļus vienā rakstāmrīkā, radās tikai viens šāds kopīgs raksturlielums, tā kā katram zīmulim atsevišķi trūka individuālā raksturlieluma.

OTSM-TRIZ teorijā šādu operāciju sauc par apvienošanu – kompensēšanu.

Risinājuma instrumenti: apvienošana – kompensēšana.

Piemērs



Tālāka sistēmas attīstība var notikt līdz ar rakstāmrīku attīstību. Lai zīmētu dažāda platuma līnijas, nepieciešams komplekts ar vairākiem kodoliņiem vai pildspalvu uzgaļiem vienā kopīgā sistēmā (ietvarā). Galdnieka zīmulim ir kodols ar četrām šķautnēm. Šāds zīmulis var veidot šauras līnijas, ja tiek izmantota viena no četrām šķautnēm, vai arī platas līnijas, ja izmanto visu kodolu.

Risinājuma instrumenti: apvienošana – kompensēšana; ģeometriskais efekts.

Piemērs



Izstrādāts marķieris (flomāsters) ar slīpu kodola smaili. Šāds marķieris ļauj zīmēt dažāda platuma līnijas – no pavisam šauras līdz pat platai, pagriežot marķieri ar plato malu pret papīru. Tādējādi līnijas platumu var mainīt nenoņemot marķieri no papīra. Ir ērti marķieri vienkārši apgriezt ap tā asi.

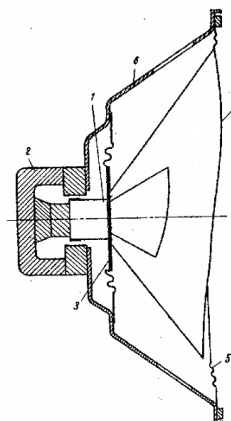
Risinājuma instrumenti: apvienošana – kompensēšana; ģeometriskais efekts.

2.6.5. Piemērs: Skaļrunis

Piemērs



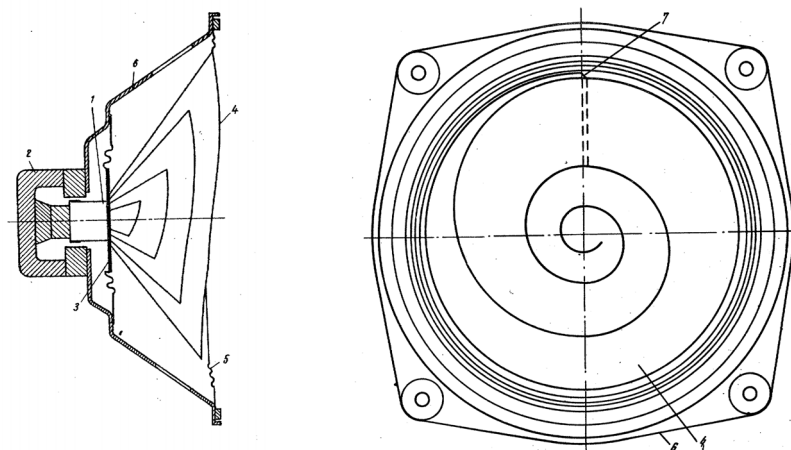
Divi no trim skaļruņiem ir novietoti skaņu reproducējošas iekārtas rāmjos vai arī skaņu rindā, lai palielinātu atskaņojamās frekvences diapazonu. Viens no skaļruņiem labi atskaņo zemās frekvences (basus), bet augstās frekvences tas atskaņo slikti. Turpretim otrs skaļrunis, slikti atskaņo zemās frekvences, bet labi atskaņo augstās frekvences. Tomēr risinājums novietot vairākus skaļruņus vienā ietvarā, lai atskaņotu kvalitatīvu skaņu, rada būtisku trūkumu: tam nepieciešams daudz papildu vietas. Iekārtas, kas aprīkotas ar diviem vai pat trim skaļruņiem ir smagas. Izgudrotājs *Shifman* ierosināja izstrādāt skaļruņus, kas apvieno divas dažādas iekārtas: augstas frekvences un zemas frekvences skaļruņus. Tiem bija



magnētiskā sistēma, viens ietvars, bet divi tinumi un divi skaņas izklienētāji. Izklienētāji bija viens otram centrā – viens izklienētājs bija otra ietvarā. TRIZ šāds risinājums tiek dēvēts par divu elementu sistēmu jeb bi-sistēmu.

Piemērs

Katram skaļrunim, kas ietver bi-sistēmu, kā iepriekšējā piemērā, ir arī savs frekvences atskaņošanas diapazons. Turpinot ar secību -mono (viena elementa sistēma), -bi (divu elementu sistēma), -multi (daudz elementu sistēma), var runāt par vienā ietvarā ievietotiem trim izklienētājiem. Šajā gadījumā iekārtas konstrukcija un tās ražošanas tehnoloģija kļūst sarežģītāka. Saražot atsevišķi vairākus atšķirīgus konusveida izklienētājus un apvienot tos uz vienas ass vienu otrā, ir sarežģīts uzdevums.



Attēls 6.4.

Izgudrotājs G. I. Gelfenšteins izstrādāja skaļruni ar trim vai četriem izklienētājiem un vienu tinumu. Izklienētāju skaitu iespējams arī palielināt. Izklienētājs tiek veidots Arhimēda spirāles formā ar nepieciešamo apjomu vijumu un vienu tinumu. Katrs vijums darbojas kā atsevišķs izklienētājs – skaņas pārraidītājs. Katrs vijums pastāv pats par sevi, kā arī kā vienota sistēma. Vijumu izklienētājam ir sava masa, elastīgums, kas nozīmē, ka tam ir konkrētas frekvenču raksturīpašības. Kad noteiktas frekvences elektriskais signāls tiek pārnest uz tinumu, vijumi – izklienētāji reaģē uz šo frekvenci saskaņā ar to īpašību vibrāciju. Citiem vārdiem – izklienētāji paši uzregulē frekvenci, ko padod tālāk uz tinumu. Līdz ar to kad zemās frekvences (basi) tiek atskaņoti, viss izklienētājs, kas sastāv no vairākiem vijumiem, sāk vibrēt kā vienota sistēma. Jo augstāka signāla frekvence, jo mazāks skaits vijumu iesaistīts vibrācijā. Pie augstām frekvencēm tikai centrālā vijumu daļa radīs skaņu, pārējā vijumu daļa nereaģēs uz „nepazīstamu” frekvenci un paliks nekustīga.

TRIZ šādu risinājumu, kas apvieno vairākas viena tipa sistēmas, sauc par kompensēto daudzelementu sistēmu jeb poli-sistēmu.

Piemērs

Ne tikai viens skaļrunis var tikt sagrupēts kopā ar citu, kā aprakstīts iepriekšējos piemēros. Skaļruni var kombinēt arī ar „tukšumu” jeb gaisu. Protams, „tukšums” ir maldinošs, kopš laikiem, kad atklāts, ka gaisam ir masa, tas nozīmē, ka tam ir arī sava spēja pielāgoties. Skaļrunis ir viena no daudzām skaņu reproducējošo iekārtu apakšsistēmām. Tās ievietotas radio uztvērējos, kasešu magnetofonos un ierakstītājos, TV iekārtās utt. Katrai no šīm iekārtām ir savs ietvara izmērs.



Supersistēmas kombinācijas pirmais posms t.i. kombinēšana ar iekārtas (radio uztvērējs, TV iekārta) ietvaru, ir vienkārša mehāniska kombinācija. Ietvars apvieno un ietver visas apakšsistēmas: mehānisko daļu, elektrisko iekārtu un akustisko sistēmu.

Otrais posms notiek, kad gaisa apjoms strādā skaļruņa labā, bet nav tam pielāgots,

Trešajā posmā notiek akustiskās sistēmas gaisa apjoma piemērošana skaļrunim, lai sasniegtu augstākas galveno pazīmju vērtības. (Papildu informācijai skatiet sekojošo piemēru).

Piemērs

Lai paplašinātu atskaņojamo frekvenču diapazonu, skaļruņi tika izvietoti slēgtās liela izmēra kastēs, t.i. vertikālie kolonnas skaļruņi. Šāds tehnisks risinājums ļāva ievērojami samazināt atskaņojamā diapazona zemāko robežu un uzlabot basu atskaņošanas kvalitāti. Tomēr pastāv vairākas pretrunas. “Vertikālo skaļruņu izmēram jābūt pietiekami lielam, lai samazinātu akustiskās sistēmas rezonējošās frekvences; tomēr šī skaļruņa izmēram jābūt gana mazam, lai to būtu ērti izvietot telpās”. Tomēr kā jau iepriekš norādīts, svarīgākā problēma ir nelineārie skaņas kropļojumi, ko rada skaļruņa vibrējošā sistēma. Lai izprastu situāciju, kurā šāda problēma nostāda akustikas speciālistus, problēma jāapraksta problēmu tīkla formā.

Tomēr izgudrotājs *Vilchur* šajā situācijā intuitīvi izvēlējās galveno pretrunu. Vertikālā skaļruņa vibrējošā sistēma, t.i., centrālā plāksne un skaņas svilpe, nav nekas cits kā atspere. Jebkura atspere pietiekamā vibrāciju amplitūdā ir ne-lineārs elements, kas atbildīgs par skaņas kropļojumiem. Tādējādi „atsperei ir jārada vibrācijas; un nevienai atsperei nav jāizslēdz nelineārie skaņas kropļojumi”.

Piezīme:

- Piemērs ir interesants, jo tas atspoguļo vairākus likumus:
- Likumu par pāreju uz mikro līmeni: mehāniskās atsperes aizvietošana ar gaisa pildītu funkciju;
- Likums par sistēmas tuvināšanu ideālai sistēmai: gaisa atspere ir ideālāka un rada mazākus nelineāros kropļojumus kā mehāniskā atspere;
- Likums par pāreju uz virssistēmu: skaļruņa kombinēšana ar iekšējo gaisa apjomu un skaņas sleju?
- Likums par ritmu saskaņošanu: skaļruņa rezonējošās frekvences saskaņošana ar gaisa apjomu skaļruņa ietvarā.
- IGR (Ideālais Gala Rezultāts): Nav vibrējošās – atsperu sistēmas, bet funkcija – radīt vibrāciju – ir izpildīta.

Vilchur aizvietoja skaļruņa vibrējošās sistēmas elementu, t.i. mehānisko atsperojumu ar gaisa atspere. Uzlabotajam skaļrunim bija maiga vibrācijas sistēma ar maksimālo iespējamo rezonējošo frekvenci. Tomēr tā pilnībā nedarbojās, kad tika atdalīta no skaņas slejas. Tā atsperojums (centrā esošā plāksne un skaņu svilpe) bija tik elastīgas, ka bija nepieciešams papildu atbalsts, lai tos noturētu normālā pozīcijā. Šāds atbalsts, t.i. galvenā atspere, bija skaņas slejas iekšējais gaisa apjoms

Ievietots skaņas slejā, šāds skaļrunis radīja jaunu TS kopā ar skaņas sleju, t.i. vibrējošu sistēmu, kam piemita vēlamās īpašības; zema rezonējošā frekvence un liela vibrāciju amplitūda (un akustiskā slodze).

2.6.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

Kopsavilkums.

Likums par pāreju uz virssistēmu pieder tehniskajai sistēmai, kas izlietojusi visas attīstības iespējas. Pie šādiem nosacījumiem sistēmas attīstības nākamais posms ir tās pāreja uz virssistēmu kā vienai no tās elementiem. Sistēmas tālāka eksistence un attīstība notiek virssistēmas līmenī.

Definīcijas.

Sistēma, virssistēma, apakšsistēma, simbioze, monosistēma, bi-sistēma, poli-sistēma.

Jautājumi:

1. Kā izteikts likums par pāreju uz virssistēmu?
2. Kuram tehniskās sistēmas attīstības līmenim šis likums vairāk raksturīgs?
3. Miniet piemērus, kas ilustrē likumu par pāreju uz virssistēmu.



2.6.7. Atsauces

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 126.

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.

Salamatov, J., "System of development of creativity laws". In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 124-138.

Márquez, Luis M., Regina S. Redman, Russell J. Rodriguez, and Marilyn J. Roossinck, "A virus in a fungus in a plant: Three-way symbiosis required for thermal tolerance", *Science* (2007) 315: pp. 513–515.

Chubinsky, G., *Net of Paladins* (Russian) (Veche, Moscow, 2008), p. 448.



2.7 Septītā nodaļa: Likums par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni

Kādi ir iemesli zemestrīcēm, kas rodas uz mūsu planētas? Viena no teorijām, kas dominē zinātniskajā pasaulē, zemestrīču rašanos skaidro ar zemes tektonisko plātņu sadursmēm. Saskaņā ar teoriju par tektoniskajām plātnēm, Zemes virsma (zemes garoza) iedalās aptuveni 20 gabalos, ko sauc par plātnēm. To biezums ir aptuveni 70 kilometru. Zemes kodolā notiekošo procesu iespaidā, šīs plātnes pārvietojas. Pašas kustības pat nav tik būtiskas – zemes garozu spēcīgi ietekmē mehāniskā slodze, kas rodas šo plātņu pārvietošanās iespaidā, kam seko zemestrīce. Tomēr seismisko novērojumu rezultātā, ir izdarīti sekojoši secinājumi:

Fakts 1: Rodoties zemestrīcei, tektoniskās plātnes nesaduras cita ar citu, bet gan izkliedējas dažādos virzienos.

Fakts 2: Saskaņā ar seismisko viļņu analīžu rezultātiem, ir izdarīts secinājums, ka viena tektoniskā plātne var pārvietoties pretējos virzienos, turpretim no citiem novērojumiem ir zināms, ka tā ir viens veselums un nevar sastāvēt no vairākām mazākām daļām.

Fakts 3: Dažu zemestrīču iemesli nav saistīti ar vietu, kur notikusi tektonisko plātņu sadursme. Sadursme notikusi nevis saduroties plātņu robežām, bet gan vienas plātnes ietvaros.

Vienkāršākais veids, kā atrisināt problēmu, ir atsijāt pretrunīgos faktus un apgalvot, ka bijuši nepareizi novērojumi un aprēķini... Patiesībā tas ir signāls, ka pazīstamā teorija vai pieejas metode, ir pietuvojusies robežai, aiz kuras tā vairs nedarbojas – nespēj sniegt skaidrojumu. Kas nozīmē, ka pienācis laiks radīt jaunu teoriju.

Vecajā teorijā makro objekti (tektoniskās plātnes) tika uzskatītas par “Rīku”, kas rada zemestrīces. Daudzi zinātnieki ir izvirzījuši hipotēzi, ka iespējams ir vesela zemestrīču paaudze, kuras radušās kā sekas sarežģītu svārstību mijiedarbībai Zemes struktūrā – kā mehāniskie viļņi. Saskaņā ar jauno teoriju, mikro objekti var kalpot kā “Rīks”, kas rada zemestrīces. Šie mikro objekti ir Zemes garozas daļu svārstības, tās aprakstītas kā dažādi viļņu veidi. Balstoties uz pretrunīgajiem faktiem, kas iegūti novērojumos, un ierosinātās hipotēzes ietvaros, rodas jauna teorija – viļņu teorija, lai izskaidrotu zemestrīču iemeslus. Ir jau noteikts īpašais mehānisko svārstību veids – stacionārie/nemainīgie viļņi, kas atbild par zemestrīcēm bez tektonisko plātņu sadursmes. Ir izstrādāts Eiropas viļņu modelis, kas saistīts ar Zemes struktūru, un šajā perspektīvā tiks attīstīts globālais modelis.

No šīs teorijas varam izdarīt vairākus pārsteidzošus secinājumus. Viens no tiem: ka tehniskās sistēmas rīki ir pārgājusi no makro līmeņa uz mikro līmeni tās attīstības laikā. Bieži vien tas saistīts ar mūsu priekšstatiem par pasauli – dažādu procesu modeļiem un fenomeniem. Mācoties un izglītojoties, cilvēce arvien biežāk pietuvojas dabas mehānismiem.

2.7.1. Definīcija

Darbojošos orgānu (“Rīku”) attīstība notiek vispirms makro līmenī un pēc tam mikro līmenī. G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 230.



2.7.2. Teorija

Vairumā moderno tehnisko sistēmu, working device (Rīks) ir „metāla elementi”, daļas mikro objektu formā, kas bieži vien atgādina cilvēka rokas.



Rodoties nepieciešamībai veikt jaunu funkciju, pirmais mainās „Rīks”.

Mehānisms no likuma par pāreju no makro uz mikro līmeni var tikt izmantots, lai risinātu Rīka pretrunas. Pie rīka pārejas uz mikro līmeni, telpa, ko aizņēmis Rīks un tehniskā sistēma, samazinās; tā efektivitāte palielinās; tās multifunkcionalitāte palielinās. Pāreja bieži vien notiek vadoties pēc jaunajiem darba principiem, pēc fiziskiem, ķīmiskiem, ģeometriskiem efektiem vai fenomeniem. Šim nolūkam šī likuma pielietojuma prakse ir cieši saistīta ar citiem instrumentiem un tehnoloģijām; OTSM-TRIZ: ARIZ, Standartiem, Metodēm, Daudzskrāņu shēmu u.c.

2.7.3. Modelis

Modeļi, kas ilustrē likumu par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni, ietver šādus elementus:

- Daudzskrāņu shēma;
- S-formas līkne;
- “Mono-bi-poli” elementu attīstības līnija;
- Tehniskajā sistēmā pielietoto lauku saraksts;
- Sasķeltā vielas ķēde
- u.c.

Ilustrācijai viens no šiem elementiem – sašķeltā vielas ķēde.

Sekojošie attīstības posmi parādās tehniskās sistēmas daļas attīstības laikā

Tehniskā sistēma:

1. Monolīta sistēma;
2. Sistēma ar savienojumu;
3. Fleksibla konstrukcija;
4. Daļiņas; niecīgas daļiņas; granulētie materiāli;
5. Molekulārie savienojumi, molekulas, atomi, joni;
6. Elementārdaļiņas;
7. Lauks;

Šim attīstības modelim piemīt vispārīgas īpašības. Attīstības posmi ilustrēti tuvplānā. Ja nepieciešams, līniju iespējams izpētīt arī detalizēti. Piemēram, posms “Sistēma ar savienojumu” var tikt attīstīts apakšposmos: “sistēma ar vienu savienojumu”, “sistēma ar diviem savienojumiem” utt.

Tās pielietojuma loģika pieprasa ne vien obligātu un beznosacījumu pāreju no sistēmas uz nākamo attīstības posmu saskaņā ar split chain. Galvenie pārejas nosacījumi no vienas puses ir nepieciešamība veikt jaunu funkciju, no otras – neiespējamība to veikt esošajā tehniskajā sistēmā. Precīzāk, tā ir problēmas klātbūtne, administratīva un tehniska pretruna. Līdzekļi, kas nodrošina šādu pāreju, ir atklātā fiziskā pretruna un un tās lēmuma veids, kas atbilst vienai no sašķeltās ķēdes pārejām.

Ir būtiski zināt un konstanti paturēt prātā „sašķelto ķēdi”. No otras puses, to nepieciešams pielietot mehāniski. Ir būtiski analizēt tehnisko sistēmu; tās attīstības procesu un problēmas, kas radušās. Nepieciešams precīzi definēt funkciju, kas tehniskajai sistēmai nepieciešama. Tikai pēc tam pielieto „sašķelto ķēdi” un citus OTSM-TRIZ instrumentus.

Pieņēmums: tehniskajai sistēmai (TS) vai tās elementiem parasti ir vismaz viena funkcija, ko konkrētā TS nespēj veikt. Nepieciešams mainīt TS vai tās elementu saskaņā ar vienu no tās pārejām ar „split chain” starpniecību.

(Piezīme: pieņēmums tiek izmantots bez tā skaidrojuma vai pierādījuma tā acīmredzamajai nozīmei)

2.7.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

Problēmas noteikšanas posmā:

Minētā likuma pielietošanas laikā, nepieciešams definēt attīstības posmu, kur sistēmas Rīks (darbojošais orgāns) atrodas, noteikt, vai pastāv tā attīstības ierobežojumi, un vai pastāv alternatīvas sistēmas, kam piemīt mikro – līmeņa struktūra.

Problēmas risināšanas posmā:

Problēmas risinājuma laikā, nepieciešams pievērst uzmanību fiziskajiem, ķīmiskajiem un ģeometriskajiem efektiem un fenomeniem, kas dod iespēju pāriet uz mikro līmeni.

Likums par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni bieži vien darbojas līdztekus ar citiem likumiem. Piemēram, ar likumu par enerģijas caurplūsmu visiem sistēmas elementiem; likumu par sistēmas elementu ritmu saskaņotu darbību; likumu par Vielas-lauka palielināšanu. Kritēriji, kas izvirzīti priekšplānā enerģijas caurplūsmas likumā un likumā par sistēmas elementu ritmu saskaņotu darbību, var tikt sasniegti, kad pabeigta pāreja no makro uz mikro līmeni. Mehānismi likumam par vielas-lauka palielināšanu var kalpot kā pārejas metode no makro uz mikro līmeni.

Sašķeltās ķēdes ilustrācijas skatāmas lejāk kā transporta apakšsistēmas “ritenis” izpausme.

1. Monolītā sistēma:

Monolīts (viendabīgs) ritenis izgatavots no viena materiāla, piemēram, akmens vai koka stumbra ripas.

2. Sistēma ar savienojumu:

Savienojums tiek izmantots, lai pabeigtu riteņa griešanās funkciju.

3. Fleksiblā konstrukcija:

Ritenis ar gumijas pārklājumu (gumijas virsmu).

Riteņa cietā masa izmainās riteņa spiešos;

Ķēde kā izmantots traktoram vai tankam;

Fleksibls mehānisms (kas pielāgojas zemes kontūrām).

4. Daļiņas, mazas daļiņas; granulētie materiāli:

Ritenis ar gaisa kameru;

Birstes tipa konstrukcija;

Ūdens dzinējs;

Reaktīvais dzinējs;

5. Molekulārie agregāti, molekulas, atomi, joni;

Gaisa plūsma (“gaisa spilvens”);

Jonu dzinējs (ideja aprakstīta zinātniskās fantastikas literatūrā).

6. Elementārdaļiņas.

Saules burāšana (ceļošana pa saules gaismas radītu ceļu – aprakstīta zinātniskās fantastikas literatūrā);

7. Lauks

Magnētiskais spilvens (amortizācija) jeb magnētiskā levitācija, kas izmantota vilcienos *Transrapid* un *MAGLEV*.

2.7.5. Piemēri

Piemērs

Īsumā pāris piemēru no skaņu ierakstīšanas un skaņas uzglabāšanas tās vēlākai atskaņošanai vēstures.

Pirmās tehniskās ierīces šim mērķim bija: elektroniskais pulkstenis ar dažādām melodijām, mehāniskās klavieres, pārnēsājamās ērģeles. Uzreiz jāatzīmē, ka šīs iekārtas neparedz tiešu skaņas ierakstīšanu, bet gan tās programmēšanu. Skaņas informācijas nesēji šādā sistēmā ir zobratu un dobumu secība uz rotējošas ass vai riteņa. Turklāt stīgas, vibrējošas plāksnes u.c. nepieciešamas tādu skaņu atskaņošanai, kas šādā veidā ierakstītas. Šo elementu izmērs skaņas ierakstīšanai un atskaņošanai svārstās no milimetriem (kabatas pulkstenim) līdz vairākiem centimetriem un desmitiem centimetru pulksteņa tornī. Tādējādi elementa, kas paredzēts skaņas uzglabāšanai, izmērs var būt no 0.1 mm līdz pat 10 cm.



Piemērs

Skaņu ierakstīšana sākās līdz ar Tomasa Edisona izgudroto fonogrāfu. Ierakstītās skaņas mehāniskās svārstības atstāja pēdas rotējošā vaska veltnī (cilindrs, ap kuru sitienprinteris un rakstāmmašīnās tiek aplocīts papīrs un pret kuru drukāšanas mehānisms izdara sitienu pa šim veltnim aplocīto papīra lapu.). Šīs skaņas pēdas tika pārnestas uz vidējas cietības metāla un vēlāk uz vinila platēm. Elements, kas pasargāja ierakstīto skaņu, bija mainīgais skaņas celiņš, ko radīja pati skaņa. Šī elementa izmērs mērāms milimetros. Skaņas saglabāšanas elementa izmērs ir samazinājies salīdzinājumā ar tiem, kuros bija zobratu, dobumi un stīgas – tagad tas ir 0.01 mm – 0.1 mm.



Piemērs

Līdz ar pāreju uz magnētisko skaņas ierakstīšanu, radās jaunas tehniskās sistēmas – magnetofoni. Sākotnēji ieraksts tika veikts uz smalkas metāla stieples, tad uz plastikāta ierakstīšanas lentas, kas pārklāta ar feromagnētisko pulveri. Šajos gadījumos magnētiskās daļiņas un magnētiskās sfēras kļuva par skaņu svārstību nesējiem, kuru izmēri mainījās no 1 līdz 10 mikroniem. Līdz ar to skaņas saglabāšanas elementa izmērs pietuvojās 0.001 mm – 0.01 mm (1–10 mikroni).



Piemērs

Mūsdienās optiskie diski, magnētiskie diski un cietvielu elementi (kristāli) kalpo kā datu nesēji un tiek izmantoti skaņas ierakstīšanai. Šādās sistēmās kā skaņas uzglabāšanas elementi tiek izmantoti atvērums optiskajiem, lāzerdiskiem, magnētiskajām struktūrām – sfērām magnētiskajās datu glabātuvēs; nanostruktūras elektroniskajos čipos. Uzglabāšanas elementu izmērs ir samazinājies vairākas reizes salīdzinājumā ar iepriekšējiem piemēriem. Šobrīd šādu elementu izmērs jau mērāms mikronu decimāldaļās.

Skaņas nesēju attīstības process ar nodomu apskatīts vienkāršoti – izlaižot daudzas detaļas un ieskicējot tehnoloģisko līniju. Šī apskata mērķis ir parādīt informācijas nesēju elementu pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni.



Piemērs

Kas veicina tālāku ātruma palielināšanu ātrvilcieniem? Problēmas rodas, kad vilciens pārvietojas ļoti lielā ātrumā un pazūd saķere starp riteņiem un sliedēm.

Nākamais attīstības līmenis ir vilciens, kas pārvietojas uz elektromagnētiskā spilvena tradicionālo riteņu vietā. Pāreja no pāra konstrukcijas “riteņi-sliedes” uz elektromagnētisko mijiedarbību, tiek realizēta ar vilciena konstrukcijas palīdzību. Šāda veida pāreja atrisināja vairākas problēmas: kustības gludumus, trokšņu samazinājums, enerģijas pārvade no avota uz



vilciena dzinēju. Esošā pāreja jau pārdzīvojusi daudz izmaiņu – ir pazudis slīdošais kontakts „savācējvads”. Enerģijas pārvades funkciju arī realizē ar lauka starpniecību.



Attēls 7.2. Ātrvilciens Transrapid.



Fig. 7.3. Ātruma norāde pasažieriem.

2.7.6 Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

Kopsavilkums.

Instrumenti, kas sastāv no vairākām tehniskām sistēmām, ir makro objekts. Tā attīstība vispirms notiek makro līmenī, vēlāk – kad izlietoti tā attīstības resursi, instruments pāriet uz mikro līmeni.

Definīcijas.

Mikro līmenis; Makro līmenis; Daudzekrānu shēma; S-formas līkne; Attīstības līnija – ķēde „mono-bi-poli”; Tehniskajās sistēmās biežāk izmantoto lauku saraksts; Vielas sašķeltā ķēde.

Jautājumi:



1. Kā definēt pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni?
2. Kādi ir galvenie nosacījumi Instrumenta izmaiņām un tā pārejai no makro līmeņa uz mikro līmeni?
3. Miniet piemērus pārejai no makro līmeņa uz mikro līmeni.

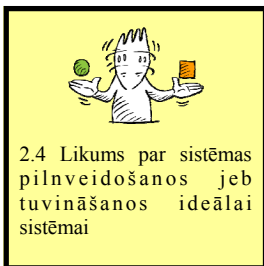
2.7.7 Atsauces



Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979.126-127.lpp.

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 230.

Саламатов Ю., Система развития законов творчества. В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. – 304.lpp.



2.8 Astotā nodaļa: Likums par Vielas-lauka iesaistīšanas palielināšanu

Manā priekšā atrodas brīnišķīga fotogrāfija, kurā attēlots vilks: piesardzīgs skatiens gudrajās acīs, šausminoši žokļi plēsīgajā smaidā un sasprindzināti muskuļi pirms izšķirošā lēciena uzbrukumam. Tomēr visvairāk šajos dzīvniekos mani piesaista gudrība un izdoma. Tehnisko un bioloģisko sistēmu attīstībā iespējams vilkt neskaitāmas paralēles un saskatīt analogijas. Pastāv pat zinātne – bionika, kas pēta iespējas izmantot bioloģiskos risinājumus tehnoloģiju pasaulē.

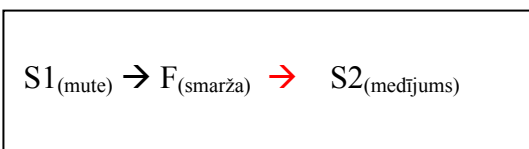
Šajā gadījumā mūs neinteresē tik daudz risinājumi, cik risinājumu iegūšanas metodes. Lūk, problēma: pat bērni zina, ka vilki ēd jēlu gaļu un netīra zobus. Tie, kuri kaut reizi redzējuši vilku zoodārzā, zina, cik nepatīkama un spēcīga smaka nāk tam no mutes. Tomēr tā ir viņa smaka, tā ir dabiska un kalpo kā sava veida vizītkarte, tiekoties un kontaktējoties ar citiem vilkiem. Tomēr šī smaka var traucēt pat pašam vilkam. Bieži vien vilks uzbrūk savam medījumam no slēpņa: viņš pielavās medījumam no aizmugures, lai vējš pūstu virzienā no medījuma pret vilku un ne otrādi. Šajā gadījumā vilks sajūt dzīvnieku, ko tas medī, bet vilka smarža tiek aizpūsta pretējā virzienā.

Kā gan vilkam rīkoties bezvēja stāvoklī, vai situācijā, kad attālums līdz medījumam ir pavisam neliels? Šī problēma jo īpaši saasinās ziemā. Vilka siltās elpas smarža izplatās vēsajā gaisā, turklāt to nemazina ziedu un augu smaržas dabā. Daba ir izmirusi līdz brīdim, kad pienāks pavasaris. Arī šajā situācijā vilks rāmi gaida slēpnī. Viņš netīra zobus un arī nezina kā atrisināt mutes smakas problēmu. Viņu vada spēcīgi, gadsimtiem iesakņojušies instinkti, pieredze, senču pārmantotās zināšanas un paša asais prāts. Tomēr visai bieži šo sākumu ignorēšana un neievērošana vilkam vai tā pēcnācējiem maksā augstu cenu – medījuma zaudējumu.

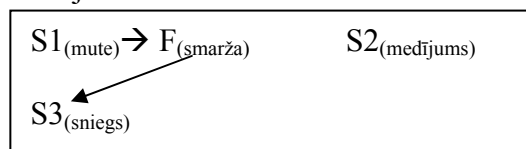
Tālab pirms izšķirošā lēciena pēc medījuma, vilks ziemā pakampj pilnu muti... ar sniegu! Sniegs pazemina izelpotā gaisa temperatūru un likvidē elpas iztvaikošanas garaiņus, turklāt uz kādu mirkli arī smaku. Šis dabīgais filtrs, kas rodas no kumosa ar simptiem mazu sniega kristālu, samazina smakas – sniegs vilka mutē izkūst un ūdens iztek, aizskalojot smaku un neļaujot tai izplatīties gaisā. Ja īstais mirklis uzbrukt medījumam ir nokavēts, vilks paņem nākamo un vēl nākamo sniega kumosu.

Kas ir mainījies sistēmas struktūrā? Īsumā dota vielas-lauka formula konfliktējošam sistēmas “vilks-medījums” elementam pirms un pēc izmaiņas “sniegs mutē, lai mazinātu smaku”. Detalizētākam instrumenta skaidrojumam skatiet nodaļu „Piemēri”.

Problēma:



Risinājums:



2.8.1. Definīcija

Tehnisko sistēmu attīstība turpinās virzienā uz vielas-lauka iesaistes palielināšanu.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 231.lpp.



2.8.2. Teorija

Jau zināms, ka tehniskās sistēmas elementi attīstās nevienmērīgi sistēmas attīstības laikā. Noteiktos attīstības mirkļos, viens no tehniskās sistēmas elementiem kļūst sarežģītāks. Šis sarežģījums un attīstība var tikt loģiski izskaidrots.

Šis tehniskās sistēmas elements pārcieš attīstību (noteiktā gadījumā: kļūst sarežģītāks) kas izraisa konfliktu jeb tehnisku un fizisku pretrunu. Atbilstoši vielas-lauka modelis atspoguļo konkrēti šo situāciju. Šajā gadījumā var runāt par TS attīstības virzienu, kad vielas-lauka modelis atspoguļo vielas-lauka iesaistes palielināšanu.

Lai aprakstītu tehniskās sistēmas instrumentu, vielas-lauks, kas sastāv no diviem vai trim elementiem, ir pietiekams. Visām tehniskajām sistēmām attīstības posmā ir produkts, kas tiek apstrādāts ar instrumentu, izmantojot cilvēka spēku. Tie ir vienkārši darba instrumenti kā šķēps, nazis un citi. Pakāpeniski šīs tehniskās sistēmas trūkumi izvirzās priekšplānā, un parādās jaunas prasības un risinājumi saistībā ar konkrētās tehniskās sistēmas izmaiņām, lai šīs prasības apmierinātu. Konkrētās tehniskās sistēmas izmaiņu laikā, tehniskā sistēma atklāj jaunas apakšsistēmas ar to trūkumiem, kas prasa risinājumus to uzlabošanai.

Lai analizētu un identificētu problēmas un to risināšanas veidus, nepieciešams skaidri demonstrēt tehniskās sistēmas struktūru, konflikta zonu jeb vājo punktu, tāpat kā izmaiņas, kas notiek šajā struktūrā, tehniskajai sistēmai attīstoties. Tas kļūst iespējams pielietojot vielas-lauka modeli.

2.8.3. Modelis

Tehnisko sistēmu var aprakstīt kā vielas-lauka modeli. Šis modelis sastāv no galvenajiem laukiem un tehniskās sistēmas vielām un to savstarpējām sakarībām. Ne visi lauki un vielas, kas atrodami tehniskajā sistēmā, ir iekļauti modelī – tikai tie, kas tieši strādā, lai sasniegtu tehniskās sistēmas funkcijas realizēšanu.

$S1 \rightarrow F \rightarrow S2$

Kā piemēru izmantojot elektrisko tējkannu ūdens sildīšanai, šīs tehniskās sistēmas funkcija ir uzsildīt šķidrumu (ūdeni) no konkrētas temperatūras (istabas temperatūras) līdz pat vārīšanās temperatūrai. Vai: “mainīt elementa “ūdens” pazīmi no vērtības “istabas temperatūra” uz vērtību “vārīšanās temperatūra”. Šajā gadījumā vielas-lauka formula ir sekojoša:

S1 – Tējkannas elektriskais elements;

F – Termālais lauks;

S2 – Ūdens tējkannā;

Formula nozīmē: tējkannas elektriskais elements (S1) uzsilda ūdeni līdz vārīšanās temperatūrai ar termālā lauka (F) palīdzību. Elektriskās tējkannas vielas-lauka modelis var tikt atklāts detalizētākā un plašākā modelī, atkarībā no analīzes mērķiem. Piemēram, ja paredzēts analizēt, identificēt un aprakstīt problēmas, kas saistītas ar elektriskās enerģijas pārveidi termālajā enerģijā, nepieciešams izveidot vielas-lauka modeli. Šajā gadījumā vielas lauka formulu jāpapildina ar vēl vienu elementu “elektriskās strāvas lauku”.

$F(\text{elektroenerģija}) \rightarrow S1(\text{spirāle}) \rightarrow F(\text{siltums}) \rightarrow S2(\text{ūdens})$.

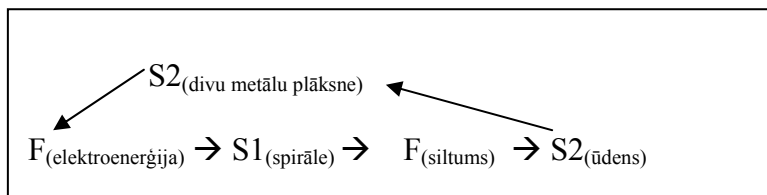
2.8.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

Iespējams, ka dotā sistēma nespēs apmierināt klienta vajadzības. Piemēram, varam būt neapmierināti ar tējkannas darbības veidu, ja pēc tās ieslēgšanas, ūdens vārās, kamēr iztvaiko, un tējkannas elektriskais elements pārdeg. Tāpēc būtiski precizēt nepieciešamo jauno funkciju: kad sasniegta ūdens vārīšanās temperatūra, tējkanna automātiski izslēdzas.



Iespējamais daļējais risinājums ir atspoguļots jaunā vielas-lauka formulā. Tehniskajā sistēmā (TS) tiek ieviesta jauna viela (S2), piemēram, divu metālu plāksne, kas izliecas, kad sasniegta temperatūra 100°C un atdala elementa kontaktu.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), P. 231.



2.8.5. Piemērs

Piemērs

Apskatīsim piemēru ar vilku no vielas-lauka analīzes viedokļa detalizētākā veidā. Problēma ir, ka medījums var uztvert vilka smaržu nelielā rādiusā:

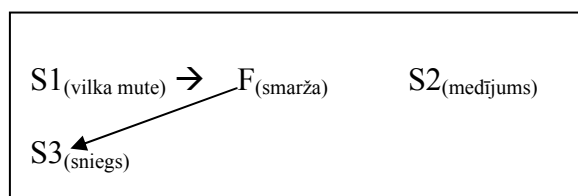


$S1(\text{vilka mute}) \rightarrow F(\text{smarža}) \rightarrow S2(\text{medījums})$

Kā likvidēt vai ierobežot smaržu, kas nāk no vilka mutes? Nepieciešams likvidēt kaitīgo saikni, lai veiktu slēptu funkciju:

$F(\text{smarža}) \rightarrow S2(\text{medījums})$

Nepieciešams izveidot vielas-lauka modeli, ieviešot jaunu lauku vai jaunu vielu:



Vielām un laukiem doti vispārpieņemti vārdi. Šo vārdu mērķis ir uzlabot izpratni par analizējamo sistēmu. Patiesībā ķīmiskās vielas vilka mutē kalpo kā smaržas avots. No fiziskā viedokļa, smaržu lauks ir gaistoši ķīmiskie savienojumi, kas sajaucas vilka elpā. Viela 2, kas atzīmēta kā medījums, ir smaržu receptors jeb ožas orgāni. Analīzes nolūkiem ir būtiski prātā radīt vielas-lauka modeli. Būtiska situācijas uztvere ir svarīgāka par detaļām un definīciju precizitāti.

Piemērs

Kā izvilkt sīklietas (piemēram, smalkas metāla skaidas) laukā no kādas dziļas spraugas? Izmantojot metāla stangas to izdarīt ir sarežģīti. Vielas-lauka formulā izteikta mehānisko lauku un metāla skaidu negatīvā mijiedarbība.

$F1(\text{mehānisms}) \rightarrow S1(\text{skaidas})$

Lai pabeigtu vielas-lauka modeli, nepieciešams ieviest jaunu vielu (magnētu) un jaunu lauku (magnētisko lauku):

$F1(\text{mehānisms}) \rightarrow S2(\text{magnēts}) \rightarrow F2(\text{magnētiskais lauks}) \rightarrow S1(\text{skaidas})$



Kā atrisināt šo problēmu, ja skaidas nav magnētiskas? Risinājuma loģika ir līdzīga, tomēr nepieciešams izvēlēties lauku, kam piemīt laba mijiedarbība ar skaidām. Risinājums var būt lipīga viela un mehāniskais pievilkšanas spēks (mehāniskais lauks), kas pievelk, piemēram, skaidas.

$F1_{(mehānisms)} \rightarrow S2_{(lipīga\ viela)} \rightarrow F2_{(mehānisms)} \rightarrow S1_{(skaidas)}$

Piemērs

Attēlā 8.1 attēlota skaļruņa magnētiskās ķēdes sekcija.

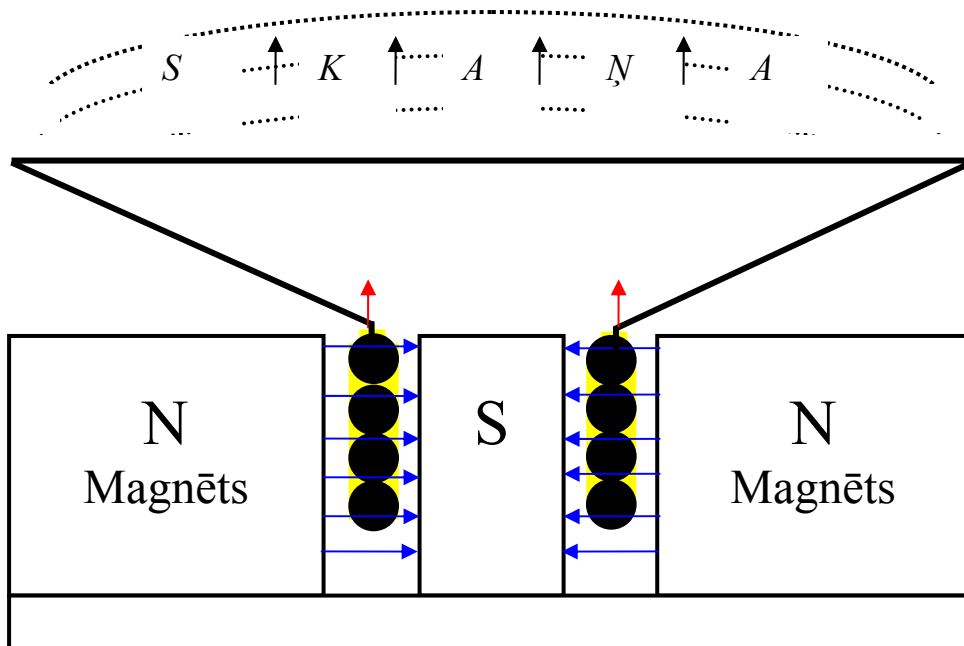


Fig. 8.1. Skaļruņa magnētiskās ķēdes sekcija.

Apraksts:

- 1 – magnēts;
- 2 – savienojums, kas veic tinuma ietvara funkciju;
- 3 – tinums;
- 4 – izkliedētājs;
- 5 – magnētiskā lauka līknes;

Tinums ar vadītāju, kas atrodas magnētiskajā laukā, ir Dzinējs, kas pārveido elektrisko un magnētisko lauku izkliedētāja mehāniskās vibrācijās, kas vēlāk rada gaisa vibrācijas. Iepriekš apskatīta skaļruņa magnētiskā ķēde (2. nodaļā: piemērā 2.2 un uzdevumā nodaļas beigās; 4. nodaļā: piemērā 4.5.). Pēc tam, kad tinuma ietvars aizvietots ar savienojumu, kas nostiprina tinuma vijumus, iespējams uzlabot arī tinuma dzesēšanu un samazināt magnētiskās ķēdes pārrāvumu. Tomēr, lai samazinātu zaudējumus magnētiskajā ķēdē un palielinātu visas tehniskās sistēmas „skaļrunis” efektivitāti, nepieciešams samazināt attālumu starp magnētiem. Jo lielāks attālums, jo lielāki zaudējumi.

Tādējādi rodas jauna pretruna: attālumam jābūt mazam, lai samazinātu zaudējumus magnētiskajā ķēdē; attālumam jābūt lielam, lai uzlabotu tinuma dzesēšanu. Ideālā situācijā magnētiskajā ķēdē nebūtu gaisa pārrāvuma. Ar vielas-laika analīzi iespējams izskatīt dažādas situācijas:

- tehniskās sistēmas modelis, veicot galveno funkciju;
- tehniskās sistēmas modelis, veicot enerģijas pārveidošanu, ko izpilda dzinējs;
- konflikts 1: enerģijas zaudējumi pārrāvuma laikā;
- konflikts 2: tinuma dzesēšana;
- citi;



Apskatīsim situāciju ar zaudējumiem magnētiskās ķēdes gaisa pārrāvumā. Šeit rodas pretruna: nepieciešama gaisa atstarpe, lai nodrošinātu brīvu tinuma kustību; nedrīkst būt gaisa atstarpe, lai izvairītos no magnētiskās ķēdes zaudējumiem.

Izveidosim šī konflikta vielas-lauka formulu:

$$S1_{(\text{magnēts})} \rightarrow F_{(\text{magnētiskais spēks})} \rightarrow S3_{(\text{gaisa pārrāvums})} \rightarrow S2_{(\text{tinums})}$$

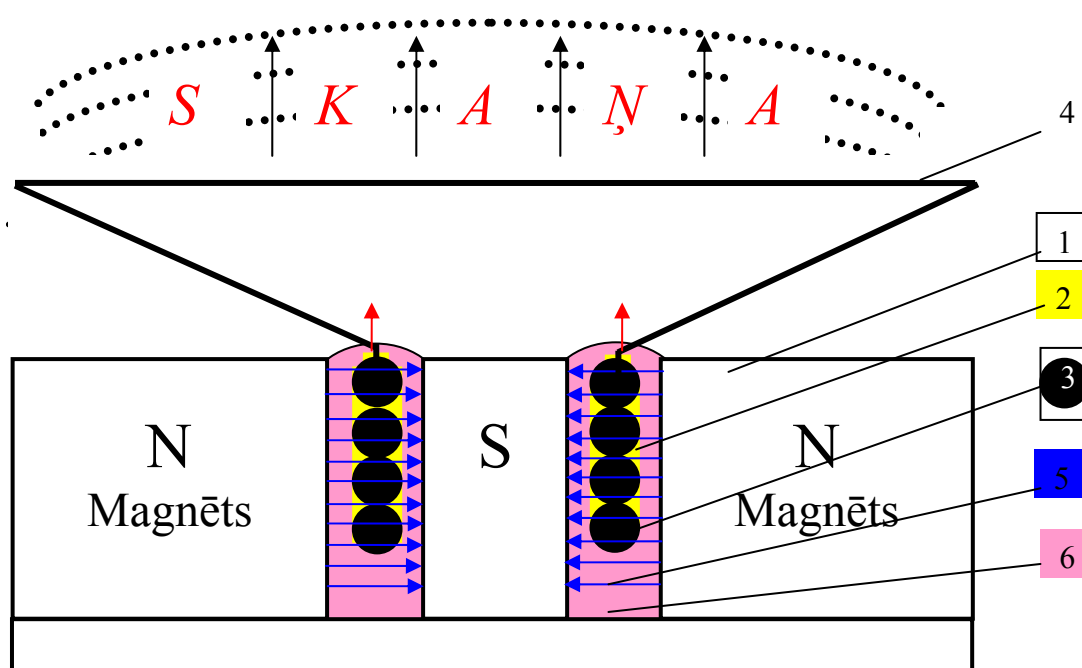
Dotā pretruna var tikt formulēta sekojošā veidā:

Pārrāvumam starp magnētiem jābūt nepārtrauktam, lai saglabātu magnētismu; pārrāvumam nav jābūt nepārtrauktam, lai pieļautu tinuma pārvietošanos. Dotā pretruna atrisināta pārraujot vielas-lauka saikni un ieviešot jaunu vielu pārrāvumā – magnētiskās ķēdes gaisa pārrāvumu:

$$S1_{(\text{magnēts})} \rightarrow F_{(\text{magnētiskais spēks})} \rightarrow S3_{(\text{gaisa pārrāvums})} \rightarrow S2_{(\text{tinums})}$$

Tādējādi iegūst sekojošu vielas-lauka modeli, aizvietojot gaisa pārrāvumu ar magnētisku šķidrumu:

$$S1_{(\text{magnēts})} \rightarrow F_{(\text{magnētiskais spēks})} \rightarrow S4_{(\text{magnētiskais šķidrums})} \rightarrow S2_{(\text{tinums})}$$



Attēls 8.2. Skaļruņa magnētiskās ķēdes sekcija, papildināta ar gaisa pārrāvumu, kas pildīts ar magnētisku šķidrumu (6)

Apraksts:

1 – magnēts; 2 – savienojums, kas veic tinuma ietvara funkciju; 3 – tinums; 4 – izkliedētājs; 5 – magnētiskā lauka līknes; 6 – šķidrās magnētiskās materiāls;

Magnētiskais šķidrums ir smalkas magnētiskā materiāla daļiņas, kas atrodas šķīdumā. Šādam maisījumam ir divu vielu pazīmes: tas ir magnētisks, tas ir šķidrums. Tādējādi aizpildot pārrāvumu ar šādu maisījumu, magnētiskais šķidrums samazina enerģijas zaudējumus, bet ļauj tinumam brīvi pārvietoties.

Situācija ar magnētiskā šķidruma ieviešanu gaisa pārrāvumā sniedz risinājumu vēl kādai būtiskai problēmai: tinuma dzesēšanai. Samazinot pārrāvumu, lai samazinātu magnētiskos zaudējumus, tiek samazināta tinuma dzesēšana. Gaisam ir ļoti zema siltuma kapacitāte un slikta termālā vadāmība. Tāpēc, samazinot gaisa pārrāvuma izmērus, tiek samazināts likvidētā siltuma apjoms. Tā aizvietošana ar magnētisko šķidrumu ļauj efektīvāk pārnest siltumu no tinuma uz apkārtējo vidi.

2.8.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

Kopsavilkums



Tehniskā sistēma un tās elementi var tikt aprakstīti vielas-lauka modeļa formā. Vielas-lauka modelis attēlo vielas un laukus, kas iekļauti dotajā tehniskajā sistēmā vai tās elementos, kas izmantoti, lai veiktu aprakstīto funkciju, kā arī elementu mijiedarbību un tehniskās sistēmas elementu lomu starp vielām un laukiem.

Tehniskās sistēmas attīstība turpinās virzienā, kas attēlots vielas-lauka modeļa izmaiņās. Šīs izmaiņas notiek virzienā, lai palielinātu vielas-lauka iesaisti. Jo īpaši, lai palielinātu elementu skaitu (vielu un lauku skaitu); lai palielinātu saikņu skaitu starp elementiem; lai palielinātu saikņu jūtību elementu starpā; lai iesaistītu jaunu elementu; lai veiktu tehniskās sistēmas struktūras izmaiņas.

Definīcijas.

Viela-lauks, Vielas-lauka modelis, viela, lauks;

Jautājumi:

- Kas ir vielas-lauka modelis?
- Kāds ir likums par vielas-lauka iesaistes palielināšanu?
- Miniet piemērus, lai demonstrētu likumu par vielas-lauka iesaistes palielināšanu.

2.8.7. Atsauces



Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. стр. 123.

Саламатов Ю., Система развития законов творчества. В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. — Петрозаводск: Карелия. 1991. — 304 стр.

Kaikov, O. I., “A few examples of problems and solutions taken from wolves’ life and behavior” (Karlsruhe, 2008, manuscript).