



# АСНОВЫ САПР

Лекция 2

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Прынцыпы стварэння Т-сістэм бесперапынна змяняюцца і ўдасканальваюцца з прычыны ўкаранення новых спосабаў вырабу, ўскладнення іх канструкцыі і ўмоў збыту, больш поўнага ўліку тэхнічных, сацыяльных і эканамічных пытанняў. Усе гэта патрабуе арганізацыйна-тэхнічнай дыферэнцыяцыі працэсу стварэння Т-сістэмы і распрацоўкі новых, больш эфектыўных метадаў праектавання.

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Існуючыя і якія распрацоўваюцца метады праектавання дзеляцца на дзве вялікія групы – эўрыстычныя і алгарытмічныя метады.

Эўрыстычныя метады спрыяюць разумовай дзейнасці чалавека, накіраванай на рашэнне пытанняў, якія ўзнікаюць пры разглядзе задачы, якая патрабуе вырашэння. Яны ўяўляюць сабой спарадкаваныя ў якой-то меры правілы і рэкамендацыі, якія дапамагаюць пры вырашэнні задач без папярэдняй ацэнкі выніку.

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Да найбольш распаўсюджаным эўрэстычным метадам ставяцца:

- метады элементарных пытанняў;
- метады аналогій;
- «ад цэлага да прыватнага» (прынцып сінэргіі);
- «навадныя аперацыі»;
- калектыўнае спантаннае мысленне (мазгавы штурм) і інш.

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Алгарытмічныя метады адносна больш фармалізаваны. Гэтыя метады ствараюць рацыянальны пераход ад замкнёнага мыслення да адкрытага развагі. Яны выкарыстоўваюць магчымасці дэдукцыі, імкнуцца да вызначэння аперацый і іх чарговасці, а таксама сувязяў паміж аперацыямі, у выніку ствараецца шэраг паслядоўных і набліжаючых да мэты працэдур (лагічных і матэматычных алгарытмаў).

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Найбольш распаўсюджанымі прынцыпамі алгарытмізацыі праектных працэдур з'яўляюцца: графы залежнасцяў; сеткі сувязяў; «праз падзел – да цэлага»; элементарныя камбінацыі; выключэнне надмернасці; структурныя карты; марфалагічныя карты; фэнамэналагічную і матэматычныя мадэлі; прамая мінімізацыя пры ўскосным абмежаванні; прамая ранжыраваная мінімізацыя; складаная аптымізацыя і інш.

Пры праектаванні складаных Т-сістэм метады праектавання ўзаемна пераплятаюцца, дапаўняючы адзін аднаго. Іх канкрэтнае прымяненне залежыць ад пастаўленай задачы.

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Пры выбары метадаў рашэння ў працэсе праектавання Т-сістэм варта адрозніваць адзінкавае, варыянтнае і аптымальнае канструяванне.

Пры адзінкавым канструяванні на падставе тэхнічнай характарыстыкі неабходна шукаць шляхі вырашэння, параўноўваючы атрыманы праект з заданнем. Пры гэтым у асноўным з мэтай эканоміі часу розныя варыянты не супастаўляюцца.

# МЕТАДЫ ПРАЕКТАВАННЯ

Варыянтнае канструяванне характарызуецца тым, што распрацоўваецца агульны прынцып рашэння, а для вырашэння канкрэтнай задачы бярэцца адзін з магчымых варыянтаў агульнага рашэння. Варыяцыі могуць заключацца, напрыклад, у тым, што па-рознаму кампануюцца наяўныя уніфікаваныя вузлы адной сістэмы ўніфікацыі. Варыяцыі прынцыпу рашэння можна распаўсюдзіць таксама і на стварэнне па вызначаным плане новай кампаноўкі вырабы.

Аптымальнае канструяванне адрозніваецца ад варыянтнага канструявання стратэгіяй пошуку. Стратэгія пошуку – гэта алгарытм, які рэалізуе атрыманне альтэрнатыўных рашэнняў, паляпшэння ў дачыненні да зададзенай мэтавай функцыі.



# ПАТРАБАВАННІ, ШТО ПРАД'ЯЎЛЯЮЦЦА ДА ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Для ацэнкі эфектыўнасці ужывальнага метаду праектавання па параўнанні з іншымі метадамі маюцца наступныя крытэрыі :

- якасць праектавання;
- тэрміны распрацоўкі;
- кошт праектавання;
- колькасць занятых спецыялістаў-распрацоўшчыкаў.

# ЗАДАЧЫ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Для вызначэння задач аўтаматызацыі праектна-канструктарскага працэсу разгледзім адсоткавыя суадносіны розных праектных працэдур. Статыстычнае абследаванне агульнамашынабудаўнічых і станкабудавальных прадпрыемстваў дае вынікі, паказаныя ў табліцы, прыведзенай ніжэй.

Разгляд гэтых вынікаў паказвае, што ў прамых выдатках часу, якія непасрэдна служаць праектна-канструктарскаму працэсу, чарцёжныя працы складаюць больш за 30 %, у той час як «духоўна-творчыя» элементы праектных работ – толькі 15 %. Доля вылічальных работ па параўнанні з праектнымі і чартёжнымі даволі нязначная.

# ЗАДАЧЫ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Праектныя працэдуры	Час асобных апераций, %	Выдаткі часу
Праектаванне/канструяванне	15	Прамыя
Разлікі	4	
Вычерчивание	33	
Іншыя працы	10	
Складанне спецыфікацый	5	Ускосныя
Кантроль чарцяжоў	6	
Пошук паўтаральных дэталёў	2	
Складанне апісанняў	12	
Папярэднія нармаванне	3	
Пошук аналагаў праекта	1	
Перапіска	3	
Іншыя працы	6	

# ЗАДАЧЫ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Ускосныя праектныя работы, якія займаюць прыкладна  $1/3$  ад агульнага часу канструявання, могуць быць у асноўным ахарактарызаваны як «руцінныя» працы.

Размеркаванне асобных відаў работ у фазе канструявання прыведзена ў наступнай табліцы :

# ЗАДАЧЫ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Этапы работ	Выдатак часу на канструяванне, %		
	Агульны выгляд	Вузлы	Дэталі
Праектаванне	6	25	5
Разлік	2	3	3
Вычэрчванне	8	23	25

# ЗАДАЧЫ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Вынікі прадстаўленых абследаванняў выразна паказваюць, што ў працэсе праектавання вялікая доля работ прыпадае на «руцінныя» аперацыі. Деталіроўка таксама застаецца «руціннай» працай, незалежна ад выгляду і арганізацыі работ, амаль на ўсіх прадпрыемствах машынабудавання. Таму першым напрамкам рацыяналізацыі працэсу праектавання было імкненне аўтаматызаваць «руцінныя» аперацыі з дапамогай сродкаў вылічальнай тэхнікі.

Найбольшыя поспехі дасягнуты пры аўтаматызацыі разлікаў і афармленні рознага выгляду тэкставай і таблічнай дакументацыі, у пошуку аналагаў машын і дэталей.

# ЗАДАЧЫ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ ПРАЦЭСУ ПРАЕКТАВАННЯ

Назапашаны вопыт паказвае, што аўтаматызацыя праектавання – гэта вобласць найбольш эфектыўнага выкарыстання ЭВМ. Але ў той жа час становіцца ясным, што галоўнае напрамак тут – гэта не аўтаматызацыя асобных этапаў праектавання, а аўтаматызацыя атрымання завязкі праекта, г. зн. контураў будучай канструкцыі, якая павінна адказваць зыходным намерам. Такі падыход да стварэння САПР грунтуецца на імкненні ажыццявіць асноўную задачу – павысіць якасць прымаемых праектных рашэнняў, ужываючы метады аптымальнага праектавання. Варта, аднак, усведамляць, што САПР – гэта дапаможны сродак, а не замена канструктара.

# МЭТА СТВАРЭННЯ САПР

Пад аўтаматызацыяй праектавання разумеюць сістэматычнае прымяненне ЭВМ у працэсе праектавання пры навукова абгрунтаваным размеркаванні функцый паміж праектыроўшчыкам і ЭВМ і навукова абгрунтаваным выбары метадаў машыннага рашэння задач.

Мэта аўтаматызацыі – павысіць якасць, знізіць матэрыяльныя выдаткі, скараціць тэрміны праектавання і ліквідаваць рост колькасці інжынерна-тэхнічных работнікаў, занятых праектаваннем і канструяваннем.



# МЭТА СТВАРЭННЯ САПР

Навукова абгрунтаванае размеркаванне функцый паміж чалавекам і ЭВМ мае на ўвазе, што чалавек павінен вырашаць задачы творчага характару, а ЭВМ – задачы, якія задавальняюць двум патрабаванням: 1) магчымасці алгарытмізацыі; 2) большай эфектыўнасці выканання алгарытму на ЭВМ па параўнанні з ручным рашэннем.

# МЭТА СТВАРЭННЯ САПР

Істотнае адрозненне машыннага метаду праектавання ад немашынных складаецца ў магчымасці замены дарагога і працяглага фізічнага мадэлявання матэматычным мадэляваннем. Пры гэтым варта мець на ўвазе, што пры праектаванні колькасць альтэрнатывы неабсяжная. Таму нельга ставіць задачу стварэння універсальнай САПР, а неабходна вырашаць пытанні аўтаматызацыі праектавання для канкрэтнага сямейства машын.

# МЭТА СТВАРЭННЯ САПР

Для дасягнення мэтай стварэння САПР неабходныя :

- удасканаленне праектавання на аснове прымянення матэматычных метадаў і сродкаў вылічальнай тэхнікі;
- аўтаматызацыя працэсу пошуку, апрацоўкі і выдачы інфармацыі;
- выкарыстанне метадаў аптымізацыі і многовариантного праектавання;
- прымяненне эфектыўных матэматычных мадэляў праектаваных аб'ектаў, камплектуючых вырабаў і матэрыялаў;
- стварэнне банкаў даных, змяшчае сістэматызаваныя звесткі даведачнага характару, неабходныя для аўтаматызаванага праектавання аб'ектаў;

# МЭТА СТВАРЭННЯ САПР

- павышэнне якасці афармлення праектнай дакументацыі;
- павышэнне творчай долі працы праекціроўшчыкаў за кошт аўтаматызацыі нетворчэскіх работ;
- уніфікацыя і стандартызацыя метадаў праектавання;
- падрыхтоўка і перападрыхтоўка спецыялістаў;
- узаемадзеянне з аўтаматызаванымі сістэмамі рознага ўзроўню і прызначэння.

Комплекс сродкаў аўтаматызацыі праектавання ўключае ў сябе метадычнае, лінгвістычнае, матэматычнае, праграмнае, тэхнічнае, інфармацыйнае і арганізацыйнае забеспячэнне.

# СКЛАД САПР

Сістэма аўтаматызаванага праектавання – сістэма, якая аб'ядноўвае тэхнічныя сродкі, матэматычнае і праграмнае забеспячэнне, параметры і характарыстыкі якіх выбіраюць з максімальным улікам асаблівасцяў задач інжынернага праектавання і канструявання. У САПР забяспечваецца зручнасць выкарыстання праграм за кошт прымянення сродкаў аператыўнай сувязі інжынера з ЭВМ, спецыяльных праблемна-арыентаваных моў і інфармацыйна-даведачнай базы.

# СКЛАД САПР

Структурнымі складнікамі САПР з'яўляюцца падсістэмы, якія валодаюць усімі ўласцівасцямі сістэм і ствараюцца як самастойныя сістэмы.

Па прызначэнні падсістэмы САПР падзяляюць на два выгляду: праектуюцца і абслугоўваюць.

Да праектуючых ставяцца падсістэмы, якія выконваюць праектныя працэдуры і аперацыі :

- кампаноўкі машыны;
- праектавання зборачных адзінак;
- праектавання дэталей;
- праектавання схемы кіравання;
- тэхналагічнага праектавання і г. д.

# СКЛАД САПР

Да абслугоўваючых ставяцца падсістэмы, прызначаныя для падтрыманьня працаздольнасці праектуюцца падсістэм :

- графічнага адлюстраваньня аб'ектаў праектаваньня;
- дакументаваньня;
- інфармацыйнага пошуку і інш.

У залежнасці ад адносін да аб'екта праектаваньня адрозніваюць праектуючыя падсістэмы:

- аб'ектна-арыентаваныя (аб'ектныя);
- аб'ектна-незалежныя (інварыянтныя).

# СКЛАД САПР

Да аб'ектным подсистемам адносяць падсістэмы, якія выконваюць адну або некалькі праектных працэдур або аперацый, непасрэдна залежных ад канкрэтнага аб'екта праектавання, напрыклад падсістэма :

- праектавання тэхналагічных сістэм;
- мадэлявання дынамікі, праектаванай канструкцыі і інш.



# СКЛАД САПР

Да інварыянтных падсістэм адносяць падсістэмы, якія выконваюць уніфікаваныя праектныя працэдуры і аперацыі, напрыклад разлікі :

- дэталяў машын;
- рэжымаў рэзаньня і інш.

Структурнае адзінства падсістэм САПР забяспечваецца строгай рэгламентацыяй сувязяў паміж кампанентамі розных відаў забеспячэння, аб'яднаных агульнай для дадзенай падсістэмы мэтавай функцыяй.

# СКЛАД САПР

Кампанент ўяўляе сабой элемент забеспячэння, які выконвае пэўную функцыю ў падсістэме :

- метадычнае забеспячэнне – дакументы, у якіх адлюстраваны склад, правілы адбору і эксплуатацыі сродкаў аўтаматызацыі праектавання;
- лінгвістычнае забеспячэнне – мовы праектавання, тэрміналогія;
- матэматычнае забеспячэнне – метады, матэматычныя мадэлі, алгарытмы;
- праграмнае забеспячэнне – дакументы з тэкстамі праграм, эксплуатацыйныя дакументы;

# СКЛАД САПР

- тэхнічнае забеспячэнне – прылады вылічальнай і арганізацыйнай тэхнікі, сродкі перадачы дадзеных, вымяральныя і іншыя прылады і іх спалучэння;
- інфармацыйнае забеспячэнне – дакументы, якія змяшчаюць апісанне стандартных праектных працэдур, тыпавых праектных рашэнняў, тыпавых элементаў, камплектуючых вырабаў, матэрыялаў і іншыя дадзеныя;

# СКЛАД САПР

арганізацыйнае забеспячэнне – становішча і інструкцыі, загады, штатныя расклады і іншыя дакументы, якія рэгламентуюць арганізацыйную структуру падраздзяленняў і іх узаемадзеянне з комплексам сродкаў аўтаматызацыі праектавання.

Структурнае аб'яднанне падсістэм у сістэму забяспечваецца сувязямі паміж кампанентамі, якія ўваходзяць у падсістэмы.