



# АСНОВЫ САПР

Лекция 1

# АСНОВЫ САПР

У дадзенай лекцыі асноўная ўвага нададзена праектаванню складаных тэхнічных сістэм і іх элементаў, да якіх будзем ставяцца аўтаматычныя лініі для вырабу дэталей і вузлоў машын, гнуткія аўтаматызаваныя вытворчыя сістэмы, металарэжучыя станкі і інструменты, транспартныя прылады, робаты-маніпулятары і г. д.

Задача сучаснага інжынера складаецца ў стварэнні тэхнічных сістэм (Т-сістэм), найбольш поўна адказваючых патрабаванням народнай гаспадаркі, якія даюць найбольшы эканамічны эфект і якія валодаюць высокімі тэхніка-эканамічнымі паказчыкамі.

# ПАТРАБАВАННІ, ШТО ПРАД'ЯЎЛЯЮЦЦА ДА ПРАЕКТАЎ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

У цяперашні час выкарыстоўваюць наступныя паказчыкі якасці Т-сістэм :

- – паказчыкі функцыянавання, якія характарызуюць карысны эффект ад выкарыстання Т-сістэм па прызначэнні і вобласць іх прымянення;
- – паказчыкі надзейнасці, якія вызначаюць ўласцівасць Т-сістэм захоўваць сваю працаздольнасць ў часе;
- – паказчыкі тэхналагічнасці, якія характарызуюць эфектыўнасць канструктарска-тэхнічных рашэнняў для забеспячэння высокай прадукцыйнасці працы пры вырабе і рамонце Т-сістэм;

# ПАТРАБАВАННІ, ШТО ПРАД'ЯЎЛЯЮЦЦА ДА ПРАЕКТАЎ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

- – эрганамічныя, якія характарызуюць сістэму «чалавек-выраб-срада» і ўлічваюць комплекс гігіенічных, антрапалагічных, фізіялагічных, псіхафізіялагічных і псіхічных ўласцівасцяў чалавека, якія праяўляюцца ў вытворчых і бытавых умовах;
- – эстэтычныя, якія характарызуюць знешнія ўласцівасці Т-сістэмы: выразнасць, арыгінальнасць, гарманічнасць, цэласнасць, адпаведныя асяроддзі і стылю і г. д.;
- – стандартызацыі і ўніфікацыі, якія характарызуюць ступень выкарыстання ў Т-сістэме стандарызаваных вырабаў і ўзровень уніфікацыі іх састаўных частак;

# ПАТРАБАВАННІ, ШТО ПРАД'ЯЎЛЯЮЦЦА ДА ПРАЕКТАЎ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

- – патэнтна - прававая, якія адлюстроўваюць ступень патэнтнай абароны канструктарскіх рашэнняў у Т-сістэме ў Рэспубліцы Беларусь і за мяжой, а таксама яе патэнтавую чысціню;
- – эканамічныя, якія характарызуюць выдаткі на распрацоўку, выраб і эксплуатацыю Т-сістэмы, а таксама эканамічную эфектыўнасць эксплуатацыі.

Паказчыкі якасці служаць комплексам крытэрыяў, якія выкарыстоўваюцца для ацэнкі прымаемых рашэнняў на розных этапах стварэння Т-сістэм. З-за спецыфікі умоў эксплуатацыі і вытворчасці крытэрыі могуць быць рознымі, што прыводзіць да шматварыянтнасці праектных рашэнняў.

# ШМАТВАРЫЯНТНАСЦЬ ПРАЕКТНЫХ РАШЭННЯЎ.

Патрабаванні эксплуатацыі, як і патрабаванні вытворчасці, у большасці выпадкаў могуць быць прадстаўлены некалькімі варыянтамі. Аналагічна кожнаму варыянту патрабаванняў можа адпавядаць некаторыя мноствы варыянтаў канструкцыі Т-сістэмы, з якіх выбіраюць аптымальны варыянт. Паміж асобнымі відамі патрабаванняў эксплуатацыі і патрабаваннямі вытворчасці маюцца ўзаемасувязі. Усе выкладзенае можна прадставіць у выглядзе мадэлі праектавання аптымальнай канструкцыі Т-сістэмы.

# АСНОЎНЫЯ ЭТАПЫ СТВАРЭННЯ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

Працэс стварэння новых Т-сістэм складаецца з пяці этапаў: пошукавага праектавання, канструявання, тэхналагічнай падрыхтоўкі вытворчасці, вырабу вопытных узораў, асваення серыйнай вытворчасці.

- Пошукавае праектаванне складаецца з двух стадыяў: абгрунтавання неабходнасці стварэння новай Т-сістэмы і навукова-тэхнічных даследаванняў. Недастатковая ўвага да гэтых пытанняў можа прывесці да таго, што да моманту стварэння новай тэхнікі патрэба ў ёй адпадзе. Таму абгрунтаванне і аналіз неабходнасці стварэння Т-сістэмы праводзяцца на падставе метадаў навуковага прагназавання.

# АСНОЎНЫЯ ЭТАПЫ СТВАРЭННЯ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

Затым выконваюцца навукова-тэхнічныя даследаванні палажэнняў, якія будуць выкарыстоўвацца ў новай канструкцыі. Пералік пытанняў, якія падлягаюць вывучэнню на дадзеным этапе, залежыць ад выгляду, прызначэння, умоў працы, спецыфічных асаблівасцяў эксплуатацыі, ступені вывучанасці Т-сістэмы і г. д. Пры гэтым праводзяцца шырокія патэнтныя даследаванні, аналіз літаратурных крыніц, эксперыментальныя працы. Дадзены этап выконваюць праекціроўшчыкі новых вытворчасцяў, эканамісты і навуковыя работнікі пры ўдзеле вынаходнікаў. Мэта – распрацоўка тэхнічнага задання (ТЗ) на новую Т-сістэму, якая адлюстроўвае прынцып яе працы.



# АСНОЎНЫЯ ЭТАПЫ СТВАРЭННЯ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

Канструяванне – працэс стварэння новай машыны, які павінен адказаць на пытанне: якой яна павінна быць? Дадзены этап работ выконваюць канструктары ў супрацоўніцтве са спецыялістамі сумежных інжынерных дысцыплін, у першую чаргу з тэхнолагамі–машынабудаўнікамі і эканамістамі. Мэта канструктарскай працы – стварэнне канструктарскай дакументацыі для вырабу машыны.

Тэхналагічная падрыхтоўка вытворчасці ахоплівае шырокі круг задач і павінна адказаць на пытанне: як вырабіць новую Т-сістэму ва ўмовах канкрэтнай вытворчасці? Мэта дадзенага этапу – адпрацоўка канструкцыі машыны на тэхналагічнасць і распрацоўка тэхналагічных працэсаў вырабу і кантролю працэсу вырабу і зборкі машыны. Выконваецца гэты этап стварэння новай Т-сістэмы тэхнолагамі-машынабудаўнікамі ў садружнасці са спецыялістамі сумежных галін ведаў.

# АСНОЎНЫЯ ЭТАПЫ СТВАРЭННЯ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

- Выраб дасведчаных узораў Т-сістэм і іх выпрабаванне ставіць на мэце праверку правільнасці асноўных праектна-канструктарскіх рашэнняў і адпрацоўку тэхналагічнай дакументацыі. На дадзеным этапе разам з канструктарам працу выконваюць вопытныя наладчыкі-выпрабавальнікі і інжынеры-даследчыкі, на выпрабаванні могуць запрашацца таксама і прадстаўнікі заказчыка.
- Асваенне вытворчасці новых Т-сістэм ўключае наступныя задачы: дасягненне аб'ёму выпуску ў адпаведнасці з праектнай магутнасцю прадпрыемства; стабільнае забеспячэнне патрабаванай якасці; дасягненне праектнай працаёмкасці вырабу на ўсіх стадыях вытворчасці.

# АСНОЎНЫЯ ЭТАПЫ СТВАРЭННЯ ТЭХНІЧНЫХ СІСТЭМ.

Асноўны ўплыў на працягласць працэсу стварэння новага тэхнічнага сродку аказвае якасць рашэнняў, якія прымаюцца на этапах папярэдняга праектавання і канструявання. Гэтыя два творчых працэсу рэдка існуюць самі па сабе. Як правіла, папярэдняе праектаванне і пачатковыя стадыі канструявання ўзаемазвязаны – ідэя праекта праходзіць праверку магчымасці канструктарскага ўвасаблення ў выглядзе канцэпцыі Т-сістэмы – абстракцыі, якая дае накід рашэння задачы.

# СІСТЭМНЫ ПАДЫХОД У ПРАЕКТАВАННІ.

Сістэмны падыход – гэта метада аналізу аб'ектаў у працэсе праектавання. Яго прымяненне пры праектаванні звязана з рашэннем дзвюх асноўных задач :

- 1) рацыянальнага разбіцця задачы на часткі;
- 2) прыняцця аптымальнага рашэння.

Асновай сістэмнага праектавання з'яўляюцца крытэрыі, прынятыя з пазіцыі ацэнкі Т-сістэмы, як часткі сістэмы больш высокага ўзроўню, і праектаванні Т-сістэмы як цэлага, які складаецца з частак і элементаў, які валодае цэласным характарам функцыянавання.

Ні адна сістэма не з'яўляецца абсалютна замкнёнай. Узаемадзеянне сістэмы з знешняй асяроддзем ўяўляецца знешнімі сувязямі. На ўваходзе сістэма атрымлівае ўздзеянне ад асяроддзя, а на выхадзе сістэма ўздзейнічае на сераду. Фізічныя сістэмы не проста знаходзяцца ў асяроддзі, яны існуюць дзякуючы атачэнню, і поспех праектавання штучных сістэм вызначаецца іх сумяшчальнасцю з навакольным асяроддзем.

# СІСТЭМНЫ ПАДЫХОД У ПРАЕКТАВАННІ.

Напрыклад, для тэхналагічнага працэсу характэрныя матэрыяльныя, энергетычныя і інфармацыйныя сувязі з сістэмамі навакольнага асяроддзя. У кібернетычным плане ён уяўляе сабой аб'ект кіравання. На яго ўваходы паступаюць нарыхтоўкі і кіруючая інфармацыя. Адна частка гэтай інфармацыі ўключае планавыя заданні, якія вызначаюць каляндарныя тэрміны запуску і выпуску дэталей, а другая – тэхналагічную дакументацыю, са-якая трымала алгарытм і праграмы кіравання працэсам вырабу дэталей на розных аперацыях. Да выйсцяў сістэмы ставяцца гатовыя дэталі і інфармацыя аб фактычным часу іх вырабу і тэхналагічных адхіленнях. Гэтая інфармацыя паступае ў сістэму апэратыўнага кіравання вытворчасцю (АКВ) і службы ў тэхналагічнай падрыхтоўкі вытворчасці (ТПВ). Такім чынам, навакольным асяроддзем для тэхналагічных працэсаў вырабу дэталей будуць нарыхтоўчыя і зборачныя цэхі, службы тэхналагічнай падрыхтоўкі і апэратыўнага кіравання вытворчасцю.

# СІСТЭМНЫ ПАДЫХОД У ПРАЕКТАВАННІ.

Сярод розных сувязяў сістэмных аб'ектаў з навакольным асяроддзем асабліва вылучаюцца ўваходныя і выходныя ўздзеяння. Яны забяспечваюць актыўны ўзаемадзеянне аб'екта з навакольным асяроддзем і шмат у чым вызначаюць яго функцыі, напрыклад: перапрацоўку зыходнай інфармацыі ў выходную – гатовую САПР Т-сістэм. Стаўленне уваход/выхад – адзін з відаў сувязяў, якія вызначаюць функцыянаванне навакольнага асяроддзя, у якую павінна ўваходзіць праектаваны тэхнічнае сродак.

Інфармацыя аб патрэбнасці ў тэхнічным сродку ўяўляе сабой уваход сістэмы, якая стварае асновы праектавання. Выхад становіцца уваходам сістэмы, якая стварае асновы канструявання. Выхад канструявання ўяўляе сабой інфармацыю аб уласцівасцях і асаблівасцях тэхнічнага сродку.

# СІСТЭМНЫ ПАДЫХОД У ПРАЕКТАВАННІ.

Усякая сістэма дапускае падзел яе на падсістэмы. Аб'екты, прыналежаць да адной падсістэме, можна разглядаць як складнікі асяроддзя іншых падсістэмы. Паводзіны падсістэмы неабавязкова ва ўсім падобна паводзінам сістэмы. Падзел сістэмы на падсістэмы пры-водзіць да іерархічнай структуры.

У залежнасці ад пастаноўкі і мэты развязальнай задачы адзін і той жа аб'ект у адной іерархічнай сістэме з'яўляецца сістэмай, у другога – падсістэмай, а ў трэцяй – элементам.

Якая пэўнасць Т-сістэм абумоўлена іх структурай, пад якой разумеецца сукупнасць устойлівых адносін паміж часткамі цэласнага аб'екта або працэсаў. Структуру неабходна разглядаць як адзінства процілеглых бакоў: расчлянённасці і цэласнасці.

# СІСТЭМНЫ ПАДЫХОД У ПРАЕКТАВАННІ.

Раздзеленнасць адлюстроўвае адну з агульных бакоў структуры і характарызуецца якаснай спецыфікай частак сістэмы і іх лікам. Для кожнай сістэмы існуе некалькі спосабаў падзелу на падсістэмы і элементы. Так, тэхналагічны працэс можна па-рознаму раздзяліць на аперацыі, а таксама аперацыі – на установы і пераходы.

Разнастайнасць праектавання і канструявання выцякае з разасабістых творчых і аперацыйных магчымасцяў, сярод якіх можна вылучыць наступныя: выкарыстанне аднаго з многіх вядомых рашэнняў; выкарыстанне адзіна магчымага рашэння; пошук магчымага рашэння.

Больш за коратка можна сказаць, што :

- дзеянні з задумамі можна абмежаваць праектаваннем, калі яго мэта складаецца ў выкарыстанні тэхнічнага сродку вядомай канструкцыі;
- пры адсутнасці жаданай канструкцыі праектаванне павінна быць дапоўнена канструяваннем новага тэхнічнага сродку.



# СІСТЭМНЫ ПАДЫХОД У ПРАЕКТАВАННІ.

На практыцы праектны і канструктарскі працэсы выконваюць інжынеры розных спецыяльнасцяў.

Пры тэхналагічным праектаванні выбіраюцца машыны і іншае абсталяванне, вызначаецца іх узаемадзеянне, а таксама ажыццяўляецца расстаноўка машын і абсталявання на працоўных плошчах для практычнай рэалізацыі зададзенага або распрацаванага тэхналагічнага працэсу.

Пад канструяваннем разумеецца распрацоўка канструктарскай дакументацыі, аб'ём і якасць якой дазваляюць вырабіць новае тэхнічнае сродак або сістэму з захаваннем усіх патрабаванняў машынабудаўнічай тэхналогіі. Канструктарская дакументацыя з'яўляецца вынікам творчасці інжынера-канструктара, сродкам, з дапамогай якога ён выказвае свае думкі і даводзіць іх да вытворцаў Т-сістэм.

# ЭТАПНАСЦЬ ПРАЕКТА-КАНСТРУКТАРСКАГА ПРАЦЭСУ.

Праектаванне складаных Т-сістэм ўяўляе сабой шматступенны працэс, асноўнымі стадыямі якога з'яўляюцца: тэхнічнае заданне; тэхнічнае прапанову; эскізны, тэхнічны і працоўны праекты.

Стадыя тэхнічнае заданне (часам званая навукова-даследчай распрацоўкай, пошукавым праектаваннем) праводзіцца з мэтай вызначэння тэхнічных патрабаванняў на Т-сістэму. На гэтай стадыі вывучаюцца і фармулююцца патрабаванні, што прад'яўляюцца да праектаванай сістэме, зыходзячы з патрабаванняў функцыянавання, а таксама з магчымасцяў іх рэалізацыі (дасягненняў навукі і тэхнікі, сыравіннай базы, фінансавання, людскіх рэзерваў, абмежаванняў у часе і г. д.). Акрамя таго, на гэтай стадыі абгрунтоўваюцца крытэрыі ацэнкі эфектыўнасці сістэмы і вызначаюцца абмежаванні на яе тэхнічныя характарыстыкі, такія, як габарыты, масу, надзейнасць і г. д. Вынікам гэтай стадыі распрацоўкі з'яўляецца тэхнічнае заданне (ТЗ) на сістэму, якое ўсталёўвае прызначэнне, тэхнічныя і тактыка-тэхнічныя патрабаванні, паказчыкі якасці і тэхніка-эканамічныя характарыстыкі, а таксама спецыяльныя патрабаванні.

# ЭТАПНАСЦЬ ПРАЕКТА-КАНСТРУКТАРСКАГА ПРАЦЭСУ.

На стадыі тэхнічная прапанова на падставе аналізу ТЗ вызначаюць прынцыпова магчымыя спосабы стварэння праектаванай Т-сістэмы, праводзяць іх параўнальную ацэнку па абраным крытэрам і ўсталёўваюць тэхнічнае і тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне мэтазгоднасці далейшай распрацоўкі. Пасля зацвярджэння тэхнічнага прапановы канструктарскі праект Т-сістэмы (сродкі) распрацоўваецца паслядоўна ў трох стадыях: эскізны, тэхнічны і працоўны праекты. Аднак на практыцы гэты парадак выконваецца не заўсёды. У залежнасці ад ступені яснасці канструкцыі, яе прастаты, вопыту канструктара або якіх-небудзь іншых абставін праекты Т-сістэм могуць выконвацца двухстадыійнымі (тэхнічны і рабочы праект) або аднастадыійнымі (рабочы праект).

# ЭТАПНАСЦЬ ПРАЕКТНА-КАНСТРУКТАРСКАГА ПРАЦЭСУ.

Эскізны праект Т-сістэмы уяўляе сабой комплекс канструктарскіх дакументаў, якія даюць агульнае ўяўленне аб прыладзе, прынцепах працы, прызначэнні, асноўных параметрах і габарытах. Тут могуць быць адлюстраваны варыянты канструктарскіх рашэнняў, якія падлягаюць ўдакладненню на наступных стадыях работ.

Тэхнічны праект у адрозненне ад эскізнага дае не агульнае, а поўнае і канчатковае ўяўленне аб прыладзе Т-сістэмы, уключаючы ўсе неабходныя дадзеныя для распрацоўкі рабочай дакументацыі, якая гарантуе надзейнасць асноўных элементаў канструкцыі.

# ЭТАПНАСЦЬ ПРАЕКТНА-КАНСТРУКТАРСКАГА ПРАЦЭСУ.

Працоўны праект прадугледжвае поўную дэталізацыю канструкцыі Т-сістэмы шляхам распрацоўкі чарцяжоў на кожны элемент, які ўваходзіць у яе і падлягае вырабе. Акрамя рабочых чарцяжоў у склад канструктарскай дакументацыі ўваходзяць таксама :

- – чарцяжы агульных відаў;
- – схемы кіравання і т. п.;
- – чарцяжы вузлоў;
- – спецыфікацыі ўваходных элементаў;
- – тлумачальная запіска і рознага выгляду інструкцыі;
- – тэхнічны пашпарт і шэраг іншых дакументаў.