

Установа адукацыі
«БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ ТЭХНАЛАГІЧНЫ ЎНІВЕРСІТЭТ»

А. Г. Барашка, Л. І. Грыгор'еў, І. Ф. Кузьміцкі

АЎТАМАТЫЗАВАННЯ СІСТЭМЫ КІРАВАННЯ ВЫТВОРЧАСЦЮ

*Дарушчана
Міністэрствам адукацыі Рэспублікі Беларусь
у якасці вучэбнага дапаможніка для студэнтаў
вышэйшых навучальных устаноў па спецыяльнасцях
«Энергаэфектыўныя тэхналогіі і энергетычны мэнэджмент»,
«Аўтаматызацыя тэхналагічных працэсаў і вытворчасцей»*

Мінск 2009

УДК 681.5:658(075.8)
ББК 32.965:65.290-2я73
Б24

Р э ц е н з е н т ы :

кафедра аўтаматызацыі тэхналагічных працэсаў і электратэхнікі
Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта харчавання
(загадчык кафедры кандыдат тэхнічных навук, дацэнт *І. Д. Іванова*);
кандыдат тэхнічных навук, дацэнт кафедры вылічальных метадаў
і праграмавання Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта інфарматыкі
і радыёэлектронікі *В. П. Салаўёў*

Усе правы на дадзенае выданне абаронены. Узнаўленне ўсёй кнігі або яе часткі не можа быць ажыццёўлена без дазволу ўстановы адукацыі «Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».

Барашка, А. Г.

Б24 Аўтаматызаваныя сістэмы кіравання вытворчасцю : вучэб. дапаможнік для студэнтаў спецыяльнасцей «Энергаэфектыўныя тэхналогіі і энергетычны мэнэджмент», «Аўтаматызацыя тэхналагічных працэсаў і вытворчасцей» / А. Г. Барашка, Л. І. Грыгор'еў, І. Ф. Кузьміцкі. – Мінск : БДТУ, 2009. – 237 с.
ISBN 978-985-434-917-6.

У дапаможніку разгледжаны агульныя пытанні аўтаматызаваных сістэм кіравання (АСК): класіфікацыя вытворчых сістэм, функцыі і падсістэмы кіравання прадпрыемствам, асноўныя метады тэорыі кіравання, узроўні кіравання. Прыведзены звесткі пра тэхнічныя і тэлекамунікацыйныя сродкі АСК, іх інфармацыйнае, матэматычнае і алгарытмічнае забеспячэнне. Апісаны характэрныя падсістэмы аўтаматызаваных сістэм: ERP-, MRP-, MES- і SCADA-сістэмы. Прыведзены структуры дадзеных сістэм для асноўных хіміка-тэхналагічных працэсаў і некаторых вытворчасцей.

**УДК 681.5:658(075.8)
ББК 32.965:65.290-2я73**

ISBN 978-985-434-917-6

© УО «Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт», 2009
© Барашка А. Г., Грыгор'еў Л. І., Кузьміцкі І. Ф., 2009

УВОДЗІНЫ

Сучасны этап развіцця прамысловай вытворчасці характарызуецца рэзкай канцэнтрацыяй і далейшай яе спецыялізацыяй на аснове выкарыстання найноўшых дасягненняў навукі і тэхнікі, што абумоўлена патрабаваннямі паляпшэння тэхніка-эканамічных паказчыкаў, павышэннем прадукцыйнасці працы. Пры гэтым узрастае складанасць планавання і кіравання, што суправаджаецца значным павелічэннем паток інфармацыі і яе перапрацоўкі кіруючым апаратам.

Назапашаны на працягу апошніх 30–35 гадоў вопыт паказвае, што выкарыстанне аўтаматызаваных сістэм на аснове ЭВМ з'яўляецца ўніверсальным сродкам карэннага паляпшэння і інтэнсіфікацыі планава-эканамічных, тэхнічных і навуковых разлікаў.

Выкарыстанне аўтаматызаваных сістэм кіравання прадпрыемствам (АСКП) забяспечвае найбольш рацыянальную загрузку абсталявання, найлепшае выкарыстанне матэрыяльных запасаў і працоўных рэсурсаў, непарыўнасць сістэмнага кантролю за рухам вытворчасці, нармальны рытм работы, што ў выніку павялічвае прадукцыйнасць працы і павышае эканамічную эфектыўнасць вытворчасці. Сучасныя інтэграваныя АСК становяцца сувязным звяном паміж усімі падраздзяленнямі прадпрыемства. Ва ўмовах АСК патрабуецца больш дакладная работа розных адміністрацыйна-кіравальных службаў і кіруючага персаналу, выключаецца шматпадпарадкаванасць, ствараюцца неабходныя перадумовы для змяншэння структурных звянаў кіравання.

Існуючыя на сённяшні час ідэалогія і практыка выкарыстання аўтаматызаванага кіравання звязаны з далейшым развіццём сродкаў аналізу інфармацыйных працэсаў і тэхналогій як цэласнай сістэмы. Гэта патрабуе выкладаць падыходы сістэмнай інжынерыі, якія дазваляюць сумесна разглядаць усе кампаненты АСК. Выкарыстанне новых матэматычных і эканоміка-матэматычных метадаў, а таксама бесперапыннае ўдасканаленне сродкаў вылічальнай і тэлекамунікацыйнай тэхнікі павінна прывесці да іх лепшага асэнсавання пры навучанні студэнтаў, якія спецыялізуюцца ў галіне тэхналогій і вытворчасцей.

1. АГУЛЬНЫЯ ПАНЯЦЦІ АБ АЎТАМАТЫЗАВАНЫХ СІСТЭМАХ КІРАВАННЯ

1.1. Класіфікацыя вытворчых сістэм (прадпрыемстваў)

Асноўным аб'ектам для аўтаматызаваных сістэм кіравання (АСК) з'яўляюцца прамысловыя сістэмы (вытворчасці). Існуюць розныя класіфікацыі вытворчасцей.

1. Класіфікацыя вытворчасці па характары вытворчасці. Выдзелены прадпрыемствы з бесперапынным, дыскрэтным і бесперапынна-дыскрэтным характарам:

– бесперапынная – прадукцыя бесперапынна вырацоўваецца пры бесперапынным падвядзенні сыравіны і энергіі;

– дыскрэтныя – перыядычны паўтор розных сітуацый з чаргаваннем аперацый перамяшчэння і пераўтварэння. Характэрная прыкмета – вялікая колькасць аднастайных вырабаў за гадзіну;

– бесперапынна-дыскрэтныя – на працягу вызначанага (адносна доўгага) прамежку часу бесперапынна вырацоўваецца вызначаная колькасць прадукту, які перыядычна выгружаецца з апарата. Характэрна наяўнасць цыклаў і спалучэнне бесперапыннага і дыскрэтнага працэсаў.

2. Класіфікацыя вытворчасці па тыпе, якая заснаваная на такіх прыкметах, як склад наменклатуры, рэгулярнасць, стабільнасць і аб'ём выпуску прадукцыі. Існуюць тры тыпы вытворчасці: адзінкавая, серыйная, масавая.

Для адзінкавай вытворчасці характэрна шырокая наменклатура, нестабільнасць і нерэгулярнасць выпуску, адзінкавыя экзэмпляры. У адзінкавай вытворчасці ўжываецца універсальнае, радзей – спецыялізаванае абсталяванне. Аперацыі не замацоўваюцца за працоўнымі месцамі. Асноўная форма арганізацыі працэсу вырабу паслядоўная, пры якой партыя вырабаў перадаецца з аднаго працоўнага месца на іншае.

Для серыйнай вытворчасці характэрна абмежаваная наменклатура, параўнальна вялікі выпуск прадукцыі перыядычна паўтаральнымі партыямі. За адным працоўным месцам замацавана некалькі аперацый. Абсталяванне спецыялізаванае, універсальнае са спецыялізаваным абсталяваннем. Выворчыя ўчасткі арганізаваны па прадметным або тэхналагічным прынцыпе. Форма арганізацыі працэсу вырабу па-

ралельная або паралельна-паслядоўная. Пры паралельнай форме апрацаваная дэталі або перадаточная партыя перадаецца на наступнае працоўнае месца адразу ж па завяршэнні дадзенай аперацыі, не чакаючы вырабу ўсёй партыі. Пры паралельна-паслядоўнай форме арганізацыі вытворчага працэсу апрацоўка партыі дэталеў на кожнай аперацыі ажыццяўляецца бесперапынна, з максімальна магчымай паралельнасцю на сумежных аперацыях.

Для масавай вытворчасці характэрна вузкая наменклатура, вялікі выпуск бесперапынна на працягу доўгага часу. За адным працоўным месцам нярэдка замацоўваецца адна аперацыя. Абсталяванне спецыялізаванае, усталёўваецца па тэхналагічным працэсе. Форма арганізацыі вытворчага працэсу паралельная.

3. Класіфікацыя вытворчасці па сувязях прадпрыемства са знешнім асяроддзем. Тут вылучаюцца наступныя тыпы вытворчых сістэм:

– выраб на склад азначае, што канчатковая прадукцыя вырабляецца цалкам і паступае на склад, дзе чакае заказаў. У аснове планавання – прагназуемы попыт;

– зборка на заказ азначае, што ўсе кампаненты вырабаў выпускаюцца загадзя і паступаюць на склад. У аснове планавання вытворчасці знаходзіцца кампанент – прагназуемы попыт на канчатковую прадукцыю або непасрэдна на гэтыя кампаненты. Пры паступленні заказу на выраб вызначанай канфігурацыі выконваецца канчатковая зборка. Зыходнымі момантамі для вытворчасці з’яўляюцца прагназуемы попыт і заказы.

Выраб на заказ азначае, што выканана тэхнічная падрыхтоўка вытворчасці, існуе пэўны запас матэрыялаў. Паказаныя дзеянні могуць быць ажыццёўлены цалкам або часткова, але ў той ступені, якая дазваляе ў выпадку неабходнасці завяршыць іх, не парушаючы ўсталяваных тэрмінаў выканання заказаў. Пры вырабе на заказ частка работ выконваецца на аснове прагназуемага попыту, а частка – пасля атрымання заказу.

Канструяванне на заказ азначае, што тэхнічная падрыхтоўка вытворчасці пачынаецца толькі пасля атрымання заказу.

У шэрагу выпадкаў для прадпрыемстваў са складанай прадукцыяй дадзеную класіфікацыю дапаўняюць яшчэ адным тыпам – праектаванне на заказ.

4. Класіфікацыя вытворчасці па характары самастойнасці падраздзяленняў:

– у цэнтралізаванай сістэме кіравання найбольш поўны набор функцый кіравання рэалізуецца на ўзроўні прадпрыемства;

– у дэцэнтралізаванай сістэме поўны набор функцый кіравання рэалізуецца для структурных падраздзяленняў глыбейшага ўзроўню. Для аб'яднання – гэта заводы, для заводу – вытворчасці, цэхі і г. д.

У мэтах аўтаматызацыі выкарыстоўваюцца тыпы мадэлей, найболей поўная класіфікацыя якіх знаходзіцца ў стандартах IDEF (Integrated Computer Automated Manufacturing DEFinition).

IDEF разглядаўся як сямейства метадаў і тэхналогій для стварэння мадэлей складаных сістэм і праектавання камп'ютэрных сістэм. Усяго меркавалася стварыць 14 стандартаў, у іх ліку:

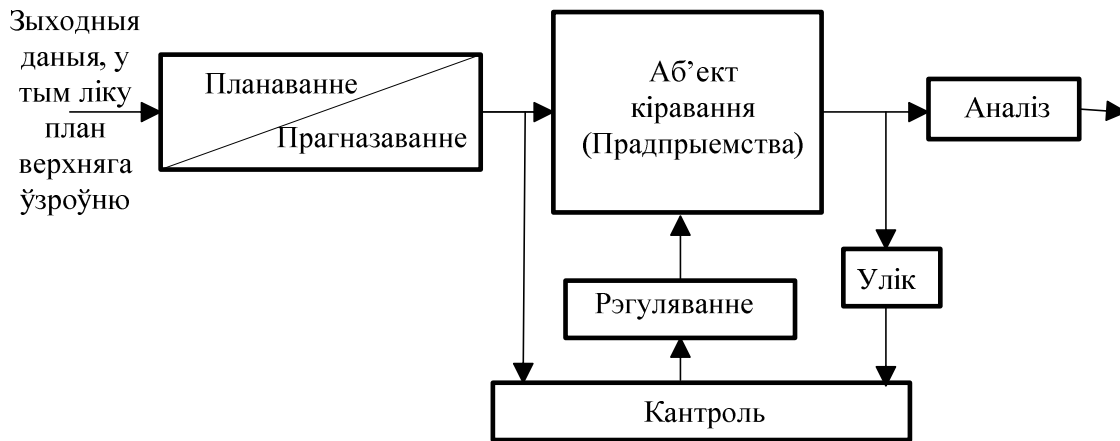
- IDEF0 – мадэляванне функцый;
- IDEF1 – інфармацыйнае мадэляванне;
- IDEF1X – мадэляванне даных;
- IDEF2 – дынамічнае мадэляванне;
- IDEF3 – апісанне працэсаў;
- IDEF4 – аб'ектна-арыентаваны метады праектавання;
- IDEF8 – інтэрфейс карыстальніка;
- IDEF14 – праектаванне вылічальных сетак.

Сямейства стандартаў IDEF ахоплівае практычна ўсе ўжывальныя ў цяперашні час падыходы да стварэння мадэлей прадпрыемстваў, якія ўжываюцца пры аўтаматызацыі працэсаў, і метады праектавання (структурны і аб'ектна-арыентаваны падыходы).

Для стварэння дынамічных мадэлей працэсаў найбольшае распаўсюджанне атрымалі метады, заснаваныя на ўжыванні сетак Петры і канчатковых аўтаматаў. Часам для гэтых мэт выкарыстоўваюцца мадэлюючыя сістэмы, у якіх ужываюцца дынамічныя элементы рознай прыроды, напрыклад, сістэмы, якія апісваюць звычайныя нелінейныя дыферэнцыяльныя ўраўненні, элементы, якія выкарыстоўваюцца ў тэорыі аўтаматычнага рэгулявання (чыстае спазненне, парогавыя элементы) і г. д.

1.2. Функцыі і падсістэмы кіравання прадпрыемствам

Сістэма кіравання прадпрыемствам – гэта сістэма кіравання не толькі тэхнічнымі аб'ектамі, але і сістэма арганізацыйнага тыпу, дзе вялікая роля адводзіцца арганізацыі, каардынацыі і ўзгадненню паводзін калектываў людзей. Працэс кіравання прадпрыемствам можна адлюстраваць у выглядзе схемы, прадстаўленай на мал. 1.1.



Мал. 1.1. Працэс кіравання прадпрыемствам

Усе вытворчыя працэсы, нават элементарныя, уяўляюць сабой працэсы кіравання. Кіраванне кожным ажыццяўляецца шляхам рэалізацыі функцый кіравання ў асобныя дыскрэтныя моманты часу. У іх склад уваходзяць:

- планаванне – вызначэнне паводзін працэсу кіравання ў будучыні ў дэтэрмінаваным выглядзе;
- улік – вызначэнне фактычнага стану працэсу кіравання ў дыскрэтныя моманты часу;
- кантроль – вызначэнне адхіленняў паміж запланаваным і фактычным станам працэсу кіравання ў дыскрэтныя моманты часу;
- рэгуляванне – забеспячэнне функцыянавання працэсаў кіравання ў рамках зададзеных параметраў;
- аналіз – гэта падвядзенне вынікаў ажыццяўлення працэсу кіравання за перыяд кіравання, выяўленне фактараў, якія паўплывалі на ступень дасягнення запланаваных вынікаў;
- прагнаванне – вызначэнне на будучыню імавернасных характарыстак працэсу кіравання. У залежнасці ад мэт функцыя прагнавання разглядаецца як самастойная або аб'ядноўваецца з планаваннем.

1.3. Метады тэорыі кіравання, якія выкарыстоўваюцца ў АСКП

Пры рашэнні індывідуальных задач, звязаных з кіраваннем прадпрыемствам, шырока выкарыстоўваецца шэраг фармалізаваных метадаў, якія ў літаратуры часам называюцца эканоміка-матэматычнымі. Частка з іх знайшла прымяненне ў сучасных аўтаматызаваных сістэмах

кіравання. Пад эканоміка-матэматычнымі метадамі прынята разумець комплекс фармалізаваных матэматычных метадаў, якія дазваляюць знаходзіць аптымальныя або блізкія да іх рашэнні эканамічных задач. Пастаноўка задачы павінна адлюстроўваць існуючыя абмежаванні эканамічнага характару. Для прадпрыемстваў гэтыя абмежаванні вынікаюць з абмежаванасці рэсурсаў або са знешніх умоў, у якіх ажыццяўляецца іх гаспадарчая дзейнасць. Крытэрыі аптымізацыі фармалізуюцца ў выглядзе мэтавай функцыі, якую, зыходзячы з пастаўленай задачы, патрабуецца максімізаваць або мінімізаваць.

У ролі крытэрыяў аптымізацыі на розных узроўнях сістэмы кіравання прадпрыемствам могуць выступаць, напрыклад, аб'ёмы продажаў, прыбытак, сумарнае адхіленне часу выпуску ад патрэбнага, узровень загрузкі абсталявання, перыяд планавання работ (месяц, год), сумарныя выдаткі на вытворчасць і на незавершаную вытворчасць і да т. п. Зменнымі ў эканоміка-матэматычных мадэлях з'яўляюцца параметры кіравання. Пры вырашэнні задач аптымізацыі зменнымі могуць быць колькасць выпускаемых вырабаў, час запуску/выпуску, памеры партый, узровень запасаў, час пачатку і заканчэння аперацый. Яшчэ адной важнай асаблівасцю эканоміка-матэматычных метадаў з'яўляецца тое, што яны могуць быць магутным сродкам аналізу эканамічнай сітуацыі. З іх дапамогай, напрыклад, можна хутка вызначыць, што пры зададзеных абмежаваннях дапушчальнага рашэння не існуе. Некаторыя метады не абмяжоўваюцца атрыманнем аптымальнага рашэння. Пры сфарміраваным плане яны дазваляюць ацэньваць адчувальнасць аптымальнага плана да змены знешніх умоў або ўнутраных характарыстык дзейнасці прадпрыемства.

Разнастайнасць эканоміка-матэматычных метадаў дастаткова вялікая. У аснову дадзенага кароткага аналізу пакладзены характар матэматычнага апарату.

Сутнасць лінейнага праграмавання – пошук аптымальнага рашэння для лінейнай мэтавай функцыі пры лінейных абмежаваннях і абмежаваннях на неадмоўнасць зменных.

У тэрмінах лінейнага праграмавання можа фармулявацца мноства задач планавання вытворчасці, фінансавай дзейнасці і тэхніка-эканамічнага планавання.

Асаблівасць лінейнага праграмавання заключаецца ў тым, што з яго дапамогай можна не толькі атрымаць аптымальнае рашэнне, але і паспяхова даследаваць адчувальнасць атрыманага рашэння да змен зыходных даных. Вынікі аналізу на адчувальнасць маюць выразную эканамічную інтэрпрэтацыю.

Асобным выпадкам лінейнага праграмавання з'яўляецца транспартная мадэль. Яна атрымліваецца пры фармалізацыі задачы планавання перавозак, аднак з яе дапамогай можна вырашаць і іншыя задачы АСКП (назначэнне кадраў на працоўныя месцы, складанне зменных графікаў і інш.). Спецыфічная структура абмежаванняў задачы дазволіла распрацаваць эфектыўныя метады вырашэння. Важнае месца ў АСКП належыць метадам дыскрэтнага праграмавання, якія арыентаваны на вырашэнне задач аптымізацыі з цэлалікавымі (часткова або цалкам) зменнымі. Патрабаванне цэлалікавасці ў шматлікіх задачах кіравання вытворчасцю выступае на першы план, калі гаворка ідзе, напрыклад, аб вызначэнні аптымальнай праграмы выпуску вырабаў, лік якіх павінен быць цэлым. Асобным выпадкам задач дыскрэтнага праграмавання з'яўляюцца задачы з булевымі зменнымі (0 або 1), г. зн. задачы выбару аднаго з двух варыянтаў рашэнняў для кожнага аб'екта (колькасць аб'ектаў можа быць вялікай). У якасці прыкладу можна прывесці задачы размяшчэння абсталявання, фармавання партфеля заказаў і т. п.

Для вырашэння задач дыскрэтнага праграмавання распрацаваны розныя алгарытмы, у тым ліку камбінаторныя і выпадковага пошуку.

Мадэлі стахастычнага праграмавання апісваюць сітуацыі, у якіх элементы мадэлі з'яўляюцца выпадковымі велічынямі з вядомымі функцыямі размеркавання. Для задач лінейнага праграмавання падыход да рашэння складаецца ў фармулёўцы зыходнай задачы да дэтэрмінаванага выгляду.

Сеткавыя мадэлі і метады ўжываюцца там, дзе ёсць магчымасць выразна структураваць працэс кіравання ў выглядзе графа, які апісвае ўзаемасувязі працы, рэсурсаў, часавых выдаткаў і т. п. Распрацаваны шэраг метадаў рашэння задач на сеткавых мадэлях па вызначэнні крытычнага шляху, размеркаванні рэсурсаў.

Дынамічнае праграмаванне ўяўляе сабой шматкрокавы працэс атрымання рашэння аптымальнай задачы. Найбольш натуральнай выглядае фармалізацыя дынамічных задач, аднак гэты метада паспяхова можа ўжывацца і для статычных задач, калі атрымоўваецца разбіць рашэнне зыходнай задачы на этапы. Сур'ёзным абмежаваннем пры ўжыванні метаду дынамічнага праграмавання з'яўляецца маштабнасць задач. Калі маштабнасць вялікая, то неабходна запамінаць вялікі аб'ём прамежкавай інфармацыі.

Шматкрытэрыяльныя мадэлі адлюстроўваюць адзін з відаў неазначальнасці ў задачах пошуку аптымальных рашэнняў – неазначальнасць мэт. Гэтыя мадэлі і метады надзвычай перспектыўныя, паколькі шматлікія задачы планавання ў АСКП могуць і павінны разглядацца

як шматкрытэрыяльныя. Гэты падыход дазваляе аптымізаваць рашэнні, атрыманыя па комплексе крытэрыяў, якія адлюстроўваюць эканамічны, тэхналагічны, сацыяльны, экалагічны і іншыя аспекты дзейнасці прадпрыемстваў.

Матэматычная статыстыка ўжываецца для рашэння задач аналізу і прагназавання эканамічных і сацыяльных працэсаў на прадпрыемствах, стварэння і карэкціроўкі нарматыўнай базы. Найболей часта ўжываюцца метады разліку статычных характарыстак, карэляцыйнага, рэгрэсіўнага і дысперсійнага аналізу.

Тэорыя кіравання запасамі дазваляе вызначаць узроўні запасаў матэрыялаў, паўфабрыкатаў, вытворчых магутнасцей і іншых рэсурсаў у залежнасці ад попыту на іх.

Тэорыя раскладаў уяўляе сабой метадалагічную аснову для рашэння задач парадкавання паслядоўнасці работ. Пры гэтым улічваюцца структура і параметры тэхналагічнага працэсу. Для рашэння задач, сфармуляваных у тэрмінах тэорыі раскладаў, выкарыстоўваюць метады мадэлявання на аснове прыярытэтаў.

Эўрыстычныя метады атрымалі ў АСКП досыць шырокае распаўсюджанне, і далейшы прагрэс у гэтым накірунку звязаны з распрацоўкай і ўкараненнем экспертных сістэм. Экспертныя сістэмы дазваляюць назапашваць базы ведаў аб вытворчым працэсе, аб эфектыўных кіруючых рашэннях і на гэтай аснове прапаноўваць рацыянальныя рашэнні задач, якія слаба паддаюцца фармалізацыі.

Круг эканоміка-матэматычных мадэлей і метадаў надзвычай шырокі. Іх ужыванне стрымліваецца цяжкасцю адэкватнага апісання вытворчага працэсу, атрымання рашэнняў ва ўмовах высокай памернасці задач, а таксама адсутнасцю неабходнай для гэтага выпадку кваліфікацыі кіруючага персаналу.

Ніжэй пералічаны мадэлі і метады рашэння асобных задач кіравання прадпрыемствамі, уключаныя ў базавыя сістэмы АСКП:

– стратэгічнае планаванне, планаванне аб’ёмаў продажаў і вытворчасці – ужываюцца мадэлі лінейнага праграмавання;

– апэратыўнае планаванне – пабудавана, як правіла, на базе сеткавых мадэлей (выкарыстоўваюцца метады разліку крытычнага шляху і PERT);

– прагназаванне попыту і іншыя эканамічныя працэсы – ужываюцца метады рэгрэсійнага аналізу, аналізу часавых шэрагаў, працэдуры апрацоўкі экспертных адзнак;

– фарміраванне графіка выпуску прадукцыі – можа быць сфармулявана як задача мінімізацыі сукупнага вытворчага цыклу пры

абмежаваннях па магутнасцях, дзе ў якасці зменных выступаюць тэрміны запуску (выпуску);

– аператыўнае кіраванне вытворчасцю – грунтуецца на ўжыванні прыярытэтаў і эўрыстычных метадаў для пабудовы раскладу работ;

– нарматыўная база – можа фарміравацца з ужываннем статыстычных метадаў.

1.4. АСК: падсістэмы і ўзроўні кіравання

Структура і асаблівасці арганізацыі вытворчага працэсу абумоўліваюць і сістэму кіравання.

Аўтаматызаваная сістэма кіравання прадпрыемствам (АСКП) – гэта сістэма кіравання, пабудаваная на аснове сродкаў камп’ютэрнай тэхнікі, эканоміка-матэматычных метадаў і інфармацыйных тэхналогій.

АСКП складаецца, у сваю чаргу, з падсістэм. Мэта разбіцця на падсістэмы – вылучэнне буйных неаднастайных элементаў для спрашчэння працэсаў праектавання, укаранення і эксплуатацыі АСКП. Усе падсістэмы прынята дзяліць на дзве групы – функцыянальныя і забяспечваючыя падсістэмы.

Функцыянальныя падсістэмы вылучаюцца ў адпаведнасці з функцыямі кіравання, ажыццяўляемымі на прадпрыемстве. У АСК прамысловым прадпрыемствам уваходзяць наступныя падсістэмы кіравання:

- тэхнічнай падрыхтоўкай вытворчасці;
- асноўнай вытворчасцю;
- дапаможнай вытворчасцю;
- матэрыяльна-тэхнічным забеспячэннем;
- тэхніка-эканамічным планаваннем вытворчасці;
- бухгалтарскім улікам;
- збытам, кадрамі;
- якасцю выпускаемых прадукцыі і паслуг;
- фінансамі.

Забяспечваючыя падсістэмы прызначаны для забеспячэння задач функцыянальных падсістэм:

– тэхнічнага забеспячэння, якое ўяўляе сабой комплекс тэхнічных сродкаў вылічальнай тэхнікі, абсталяванне для арганізацыі лакальных сетак, і далучэння да глабальных сетак, устройстваў рэгістрацыі, назапашвання і адлюстравання інфармацыі;

– інфармацыйнага забеспячэння, якое ўключае ў свой склад знешняе інфармацыйнае забеспячэнне ў выглядзе ўваходных і выхадных

дакументаў (у тым ліку і ў электронным выглядзе) пры рашэнні функцыянальных задач, і ўнутранае, арыентаванае на арганізацыю базы даных прадпрыемства;

– матэматычнага забеспячэння, якое ўключае матэматычныя метады, мадэлі, алгарытмы, што выкарыстоўваюцца пры рашэнні задач кіравання;

– праграмнага забеспячэння, якое ўключае сістэмнае праграмнае забеспячэнне, прыкладныя праграмы для рашэння задач кіравання, а таксама іншыя праграмы, якія выкарыстоўваюцца на прадпрыемстве;

– арганізацыйнага забеспячэння, якое складаецца з набору правіл, інструкцый, палажэнняў і іншых дакументаў, якія рэгламентуюць функцыянаванне АСКП.

Эфектыўнасць работы прадпрыемства (прадукцыйнасць працы, якасць і канкурэнтаздольнасць выпускаемай прадукцыі і г. д.) прадугледжвае магчымасць аператыўнага доступу да пэўнай і дакладнай інфармацыі з любога месца кіравання вытворчасцю.

З улікам іерархічнасці структуры прамысловай сістэмы (прадпрыемства) гэта задача вырашаецца на аснове шматузроўневай аўтаматызаванай сістэмы кіравання (АСК), якая прадстаўлена на мал. 1.2 у выглядзе пяціўзроўневай піраміды.

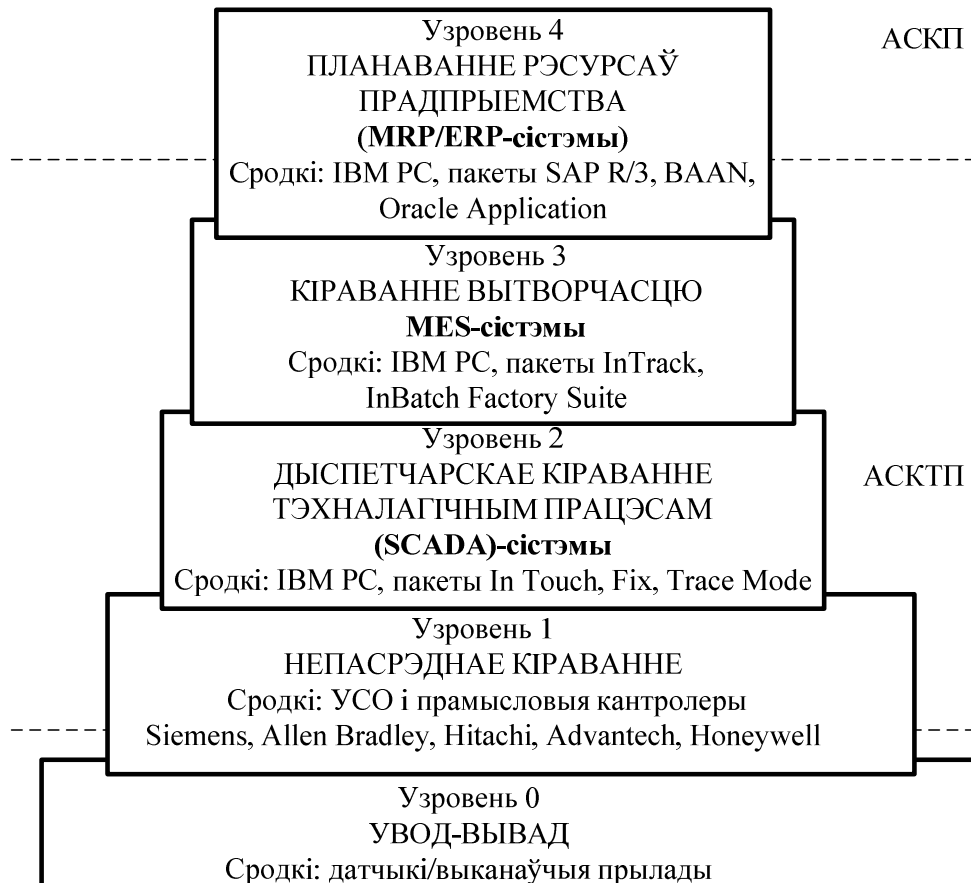
Нулявы ўзровень (узровень I/O – input/output – увод/вывад). Уключае набор першасных пераўтваральнікаў (датчыкаў) і выканаўчых механізмаў, убудаваных у канструктыўныя вузлы тэхналагічнага абсталявання і прызначаных, адпаведна, для ўводу першаснай (тэхналагічнай) інфармацыі і вываду (рэалізацыі) кіруючых уздзеянняў.

Першы ўзровень (control – непасрэднае кіраванне). Служыць для непасрэднага аўтаматычнага кіравання тэхналагічнымі працэсамі з дапамогай прамысловых кантролераў (Programmable Logic Controller – PLC), напрыклад, Allen-Bradley, Simatic, Honeywell, Foxboro, Advantech і інш.

Неабходнасць абмену інфармацыяй паміж нулявым і другім узроўнямі ў тэмпе рэальнага працэсу накладвае дастаткова цвёрдыя абмежаванні на гэты рэжым. Характарызуецца наступнымі паказчыкамі:

- высокай рэактыўнасцю рэжымаў рэальнага часу;
- надзейнасцю (на ўзроўні надзейнасці асноўнага абсталявання);
- магчымасцю ўбудавання ў асноўнае абсталяванне;
- магчымасцю функцыянавання ў цэлавых умовах;
- магчымасцю аўтаномнай працы пры выхадзе са строю комплексаў кіравання верхніх узроўняў.

У PLC загрузаюцца праграмы і даныя з камп'ютэраў другога ўзроўню (SCADA-узровень) (напрыклад, устаўкі, якія забяспечваюць каардынацыю і кіраванне агрэгатам па крытэрыях аптымальнасці кіравання ў цэлым), а на другі выводзіцца апэратыўная, дыягнастычная і службовая інфармацыя, г. зн. даныя аб стане агрэгатаў, тэхналагічнага працэсу.



Мал. 1.2. Узроўні інтэграванай і размеркаванай АСК

Абмен у лакальных прамысловых сетках выконваецца ў стандартах Bitbus, Profibus і г. д.

Другі ўзровень (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition – збор даных і дыспетчарскае кіраванне). Прызначаны для адлюстравання (візуалізацыі) даных аб вытворчым працэсе і апэратыўнага комплекснага кіравання рознымі агрэгатамі пры ўдзеле дыспетчарскага персаналу.

Камп'ютэры другога ўзроўню аб'ядноўваюцца ў аднародную лакальную сетку прадпрыемства (тыпу Ethernet) з выхадам на трэці ўзровень кіравання.

Трэці ўзровень (MES – Manufacturing Execution System – вытворчая выканаўчая сістэма). Выконвае спарадкаваную апрацоўку інфармацыі аб ходзе вырабу прадукцыі ў цэху, а таксама з’яўляецца крыніцай неабходнай інфармацыі ў рэальным часе для верхняга ўзроўня кіравання прадпрыемствам – планаванні рэсурсаў прадпрыемства (MRP і ERP-узроўні) і аптымізацыі кіравання рэсурсамі цэха як адзінага арганізацыйна-тэхналагічнага аб’екта па заданнях, якія паступаюць з верхняга ўзроўню.

Чацвёрты ўзровень (MRP – Manufacturing Resource Planning і ERP – Enterprise Resource Planning – планаванне рэсурсаў прадпрыемства). Прызначаны для аўтаматызацыі планавання вытворчасці і фінансавай дзейнасці, забеспячэння і продажу, аналізу і прагназавання і г. д. Найбольш вядомыя сістэмы гэтага ўзроўню прапаноўваюцца кампаніямі SAP, Oracle, BAAN і інш.

Задачы на гэтым узроўні адрозніваюцца галоўным чынам павышанымі патрабаваннямі да рэсурсаў (напрыклад, да вядзення адзінай інтэграванай – цэнтралізаванай або размеркаванай, аднастайнай або неаднастайнай – базы даных, планаванні і кіраванні на ўзроўні прадпрыемства ў цэлым, аўтаматызацыі апрацоўкі інфармацыі ў асноўных і дапаможных адміністрацыйна-гаспадарчых падраздзяленнях прадпрыемства: бухгалтарскі ўлік, матэрыяльна-тэхнічнае забеспячэнне і г. д.). Звычайна для рашэння задач дадзенага ўзроўню выбіраюць універсальныя камп’ютэры, а таксама шматпрацэсарныя сістэмы павышанай прадукцыйнасці. Вылічальная сетка прадпрыемства можа падключацца да рэгіянальных (пратакол X.25) і глабальных (пратакол TCP/IP) сетак у адпаведнасці са стандартамі ўзаема сувязі адкрытых сістэм.

1.5. Інструментальнае забеспячэнне АСК

Адзін з асноўных фактараў паспяховага развіцця і ўкаранення аўтаматызаванага кіравання – рацыянальнае выкарыстанне інструментальнай базы, у якую ўключаны тэхнічныя, праграмныя і тэлекамунацыйныя сродкі. Вызначальным момантам з’яўляецца уніфікацыя і стандартызацыя ўсіх кампанентаў, у тым ліку і інструментальнай базы. Праведзены аналіз усіх складнікаў інструментальнай базы аўтаматызаванага кіравання паказвае няпростыя тэндэнцыі іх развіцця, дазваляе арыентавацца на рынак вылічальных і сеткавых відаў прадукцыі.

1.5.1. Тэхнічныя сродкі АСК

Аснову тэхнічнага забеспячэння аўтаматызаваных сістэм складаюць камп'ютэры, якія з'яўляюцца ядром любой інфармацыйнай сістэмы.

У цяперашні час існуе наступная класіфікацыя архітэктур камп'ютэраў:

– архітэктурна з адзінкавым патокам каманд і адзінкавым патокам даных (SISD);

– архітэктурна з адзінкавым патокам каманд і множным патокам даных (SIMD);

– архітэктурна з множным патокам каманд і адзінкавым патокам даных (MISD);

– архітэктурна з множным патокам каманд і множным патокам даных (MIMD).

Да класа SISD адносяць сучасныя аднапрацэсарныя сістэмы. У гэтай архітэктурцы цэнтральны працэсар працуе з парамі «атрыбут – значэнне». Атрыбут выкарыстоўваецца для лакалізацыі, якая адпавядае значэнню ў памяці, а адзінкавая каманда, што апрацоўвае змест назапашвальніка (рэгістра) і значэнне, выдае вынік. У кожнай ітэрацыі з уваходнага патоку даных выкарыстоўваецца толькі адно значэнне.

Да класа SIMD адносяць вялікі клас архітэктур, асноўная структура якіх складаецца з аднаго кантролера, які кіруе комплексам аднолькавых працэсараў. У залежнасці ад магчымасцей кантролера і працэсарных элементаў, колькасці працэсараў, арганізацыі пошуку і характарыстак маршрутных і выраўняльных сетак вылучаюць чатыры тыпы SIMD:

– матрычныя працэсары, арганізаваныя так, што пры выкананні зададзеных вылічэнняў, ініцыяваных кантролерам, яны працуюць паралельна. Прызначаны для рашэння вектарных і матрычных задач, якія адносяцца да лічбавай апрацоўкі;

– асацыятыўныя працэсары, якія забяспечваюць работу ў рэжыме пошуку па ўсім масіве, за кошт злучэння кожнага працэсара непасрэдна з яго памяццю. Выкарыстоўваюцца для рашэння бязлічбавых задач;

– працэсарныя ансамблі, якія ўяўляюць сабой сукупнасць працэсараў, аб'яднаных пэўным чынам для рашэння зададзенага класа задач, арыентаваных на лічбавую і бязлічбавую апрацоўку;

– канвеерныя працэсары (паслядоўныя і вектарныя), якія ажыццяўляюць выкананне каманд і апрацоўку патокаў даных па прынцыпе, аналагічным транспартнаму канвееру. У гэтым выпадку кожны запыт выкарыстоўвае адны і тыя ж рэсурсы. Як толькі некаторы рэсурсы

вызвалаецца, ён можа быць выкарыстаны наступным запытам без заканчэння выканання папярэдняга. Калі працэсары выконваюць аналагічныя, але не тоесныя заданні, – то гэта паслядоуны канвеер, калі усе заданні аднолькавыя – вектарны канвеер.

Да класа MISD можа быць аднесена адзіная архітэктурна – канвеер, але пры ўмове, што кожны этап выканання запыту з’яўляецца асобнай камандай.

Да класа MIMD, хоць і не заўсёды адназначна, адносяць наступныя канфігурацыі:

- мультыпрацэсарныя сістэмы;
- сістэмы з мультыпрацоўкай;
- вылічальныя сістэмы са шматлікіх машын;
- вылічальныя сеткі.

Агульным для дадзенага класа з’яўляецца наяўнасць шэрагу працэсараў і мультыпрацоўкі. У адрозненне ад паралельных матрычных сістэм колькасць працэсараў невялікая, а тэрмін «мультыпрацоўка» разумеецца ў шырокім сэнсе для пазначэння функцыянальна размеркаванай апрацоўкі (сартавання, зліцця, уводу/вываду і інш.).

У цяперашні час найбольш распаўсюджаным тыпам архітэктурна з’яўляецца архітэктурна працэсараў, што выпускаюцца фірмай Intel, якая падтрымліваецца большасцю вытворцаў персанальных камп’ютэраў і праграмага забеспячэння. Калі кажуць аб IBM-сумяшчальнасці персанальных камп’ютэраў, маецца на ўвазе тое, што ў камп’ютэры ўсталяваны працэсар архітэктурна фірмы Intel, выраблены альбо самой фірмай Intel, альбо іншымі кампаніямі, якія падтрымліваюць гэтую архітэктурна. Акрамя фірмы Intel, вытворчасцю Intel-сумяшчальных мікрапрацэсараў займаюцца некаторыя іншыя кампаніі, найбольш буйной з якіх з’яўляецца AMD (Advanced Micro Devices). Intel-сумяшчальнасць на практыцы азначае, што ўсё праграмага забеспячэнне, якое распрацоўваецца для камп’ютэраў, пабудаваных на гэтых мікрапрацэсарах, будзе працаваць добра.

Архітэктурна Intel не з’яўляецца адзінай. Другой мікрапрацэсарнай архітэктурнай, на якой будуецца персанальныя камп’ютэры, з’яўляецца архітэктурна, прапанаваная фірмай Apple, якая ў свой час была першай фірмай, што пачала выпуск персанальных камп’ютэраў. Цяпер каля 10% персанальных камп’ютэраў у свеце – гэта камп’ютэры Macintosh (або скарачана Mac), якія выпускаюцца фірмай Apple. Персанальныя камп’ютэры фірмы Apple выкарыстоўваюцца ў асноўным для апрацоўкі малюнкаў, у паліграфіі і выдавецкай дзейнасці. Большасць АСК пабудаваныя на Intel-сумяшчальных камп’ютэрах.

Базавым апаратным сродкам узроўню непасрэднага кіравання з'яўляецца аўтаномнае праграмуемае ўстройства збору і апрацоўкі інфармацыі – прамысловы кантролер.

У адрозненне ад персанальнага камп'ютэра ён разлічаны на рашэнне абмежаванага кола задач і павінен валодаць наступнымі асноўнымі ўласцівасцямі:

1) работа ў рэжыме рэальнага часу, г. зн. забеспячэнне высокай рэактыўнасці на запыты абслугоўвання з боку аб'екта кіравання;

2) павышаныя патрабаванні да надзейнасці функцыянавання;

3) аўтаматычны перазапуск у выпадку «завісання» праграмы;

4) канструкцыя, прыстасаваная для работы ў цэхах («палявых») умовах (павышаныя вібрацыі, электрамагнітныя перашкоды, запыленасць, перапады тэмпературы, часам выбуханебяспечнасць);

5) магчымасць убудавання дадатковых блокаў кіравальнай, рэгіструючай, спалучальнай апаратуры, што акрамя спецыяльных канструктарскіх рашэнняў забяспечваецца выкарыстаннем стандартных шын і павелічэннем колькасці плат расшырэння;

6) мінімальнае спажыванне энергіі і расейванне цеплыні ва ўмовах абмежаванай магутнасці крыніцы сілкавання і адсутнасці элементаў прымуовай вентыляцыі і ахладжэння.

Выкарыстанне PLC як у закрытых прамысловых аб'ектах (цэх, участак, склад і г. д.), так і на адкрытых пляцоўках (транспарцёры, дзатары і г. д.), прадугледжвае пашыраны тэмпературны дыяпазон, уплыў атмасферных і механічных уздзеянняў, а таксама высокі ўзровень электрамагнітных перашкод, якія ўзнікаюць ад кабеляў электрасілкавання, блукаючых токаў у арматуры будынкаў і г. д.

У адпаведнасці з умовамі эксплуатацыі прадугледжваюцца варыянты выканання PLC для агульнапрамысловых ужыванняў (IP20, IP54) і для спецыялізаваных цяжкіх умоў эксплуатацыі.

Асноўныя эксплуатацыйныя патрабаванні для PLC:

– тэмпература навакольнага асяроддзя:

тыпавыя ўмовы ад 0 да +50°C;

адмысловыя ўмовы ад –40 да +85°C;

захоўванне ад –55 да +85°C;

– адносная вільготнасць паветра (без кандэнсацыі)..... да 95%.

– патрабаваная ступень абароны:

умовы «чыстай» вытворчасці..... IP20 – IP32;

нармальныя прамысловыя ўмовы..... IP54;

умовы працы ў агрэсіўных асяроддзях IP55 –IP68;

– вібрацыя ад 8 да 25 Гц з паскарэннем да 3g.

Прамысловы кантролер, як правіла, утрымоўвае:

– працэсарны модуль;

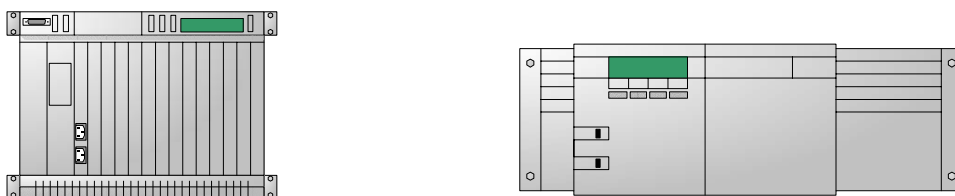
– памяць;

– сродкі камунікацыі;

– модулі ўводу даных ад датчыкаў і вываду кіруючых уздзеянняў на выканаўчыя органы;

– сродкі індыкацыі.

Усе гэтыя кампаненты змешчаны ў корпус PLC, які з’яўляецца апорнай часткай і выконвае функцыі аховы ўнутраных схем ад тэхнакліматычных умоў, знешніх перашкод, разрадкі статычных зарадаў, а таксама фільтрацыі перашкод, якія выпраменьваюцца ўнутранымі ланцугамі (мал. 1.3). Унутраныя паверхні корпуса могуць быць пакрытыя спецыяльнымі матэрыяламі, якія павышаюць яго экрануючыя ўласцівасці.



Мал. 1.3. Тыповыя карпусы PLC

Істотнымі патрабаваннямі да корпуса з’яўляюцца герметычнасць, экрануючыя ўласцівасці і магчымасці цеплаадводу. На корпусе прадугледжваюцца сродкі для мацавання яго на сцяне або металічнай штанзе, а ў ніжняй частцы корпуса – ніша для падключэння кросвага вузла і сродкаў герметызацыі кабеляў модуля.

Працэсарны модуль PLC можа будавацца на аснове шырокай гамы мікрапрацэсараў, выбар якіх залежыць ад тэхніка-эканамічных патрабаванняў, прад’яўленых да сістэмы кіравання. Пры гэтым хуткадзейнасць працэсара не з’яўляецца самастойнай якасцю, а павінна ацэньвацца ў святле яго магчымасці рэалізацыі алгарытму кіравання працэсам у рэальным часе.

Памяць PLC забяспечвае захоўванне ядра аператыўнай сістэмы рэальнага часу, неабходных утыліт і прыкладных праграм кіравання аб’ектам. У ёй выкарыстоўваюцца мікрасхемы пастаяннай, праграмуемай і аператыўнай памяці (апошняя забяспечвае захоўванне прамежкавых вынікаў і загружаемых прыкладных кіраўнікоў праграм).

Сродкі камунікацыі PLC рэалізуюць дыстанцыйную загрузку задач і аператыўны абмен данымі паміж PLC, працоўнымі станцыямі аператараў і камп’ютэраў верхніх узроўняў на адлегласці ад соцён

метраў да некалькіх кіламетраў з хуткасцямі, якія адпавядаюць патрабаванням рэактыўнасці сістэмы кіравання. Сродкі інтэрфейса з аператарам выконваюцца з улікам вытворчых умоў эксплуатацыі: панэлі маюць супрацьударны корпус з трывалым пылавільгацаабараняючым прэрднім экранам; у клавіятурах выкарыстоўваецца абмежаваны набор функцыянальных і алфавітна-лічбавых клавіш, абавязкова прадугледжваецца пылавільгацаабарона.

Модулі ўводу даных і вываду кіруючых уздзеянняў прадугледжваюць работу з дыскрэтнымі і аналагавымі сігналамі ад датчыкаў і выканаўчых механізмаў аб'екта кіравання. Яны рэалізуюцца звычайна на асобнай плаце і злучаюцца з вылічальным модулем праз раздым. Тып і колькасць уваходных і выхадных сігналаў вызначаюцца яго пэўным ужываннем. Для пашырэння зон ужывання PLC, як правіла, забяспечваецца яго работа з найболей распаўсюджанымі тыпамі датчыкаў і прыбораў вымярэння фізічных велічынь, напрыклад, тэмпературы (тэрмапары, тэрмасупраціўлення), электрычных велічынь (току, напружання, магутнасці), становішча, механічных дэфармацый, ціску, расходу вадкасцей, цеплавой энергіі і інш.

Асноўнымі параметрамі модуляў уводу/ываду ў агульным выпадку з'яўляюцца хуткасць і хібнасць пераўтварэння, а таксама дыяпазон уваходных/выхадных напружанняў і токаў.

У цяперашні час у замежнай і айчыннай прамысловасці выкарыстоўваецца ў асноўным наменклатура датчыкаў з уваходнымі і выхаднымі параметрамі, нарміраванымі ў адпаведнасці з міжнароднымі стандартамі.

Найболей мэтазгодным варыянтам структурнай арганізацыі модуля ўводу/ываду з'яўляецца падзел яго на дзве функцыянальна-канструктыўныя часткі. Адна частка – сістэмная, якая рэалізуе функцыі спалучэння з камп'ютэрам вышэйшага ўзроўню (SCADA-сістэма) і ў шэрагу выпадкаў функцыі апрацоўкі інфармацыі, і другая – уласны модуль, які ажыццяўляе непасрэдны прыём сігналаў ад датчыкаў тэхналагічнага працэсу і выдачу кіруючых уздзеянняў на выканаўчыя механізмы.

На плаце модуля могуць размяшчацца:

- пераўтваральнік уваходнага пастаяннага напружання сілкавання ў пастаяннае напружанне сілкавання рознатыповых вузлоў (дыскрэтных, аналагавых і інш.);
- інтэрфейсныя пераўтваральнікі;
- функцыянальныя вузлы, напрыклад, аналагава-лічбавыя пераўтваральнікі (АЛП) з гальванічнай развязкай;

– нармалізатары ўзроўняў сігналаў, якія ажыццяўляюць, напрыклад, пераўтварэнне току ў напружанне, фільтраванне і ўзмацненне аналагага сігнала, узрушэнне пачатковага значэння дыяпазону ўваходных сігналаў, узгадненне высокаўзроўневых уваходных і выхадных дыскрэтных сігналаў ад аб'екта з сігналамі кантролера і якія непасрэдна забяспечваюць падключэнне датчыкаў, рухавікоў і г. д.

На плаце модуля ўводу/вываду могуць быць таксама ўсталяваны спецыялізаваныя працэсары, якія выконваюць лічбавае фільтраванне і папярэдняю апрацоўку інфармацыі з датчыкаў, эталонная крыніца напружання для адзнакі і карэкцыі метралагічных характарыстак АЛП і інш.

Модулі ўводу/вываду павінны ўтрымліваць элементы гальванічнага падзелу ланцугоў сувязі з датчыкамі і выканаўчымі ўстройствамі.

Сігналы да модуляў уводу ад датчыкаў (або сігналы ад модуляў вываду да выканаўчых устройстваў) перадаюцца па правадах, якія спалучаюцца з кросавымі злучальнікамі (пераходнымі ўстройствамі) – кабельнымі раздымамі або клемнымі калодкамі са спружыннымі або выкананымі «пад шрубамі» заціскамі (перавага аддаецца заціскам, бо яны дазваляюць падключаць і адключаць правады незалежна адзін ад аднаго).

Сродкі індывідуальнай PLC прызначаны для вываду інфармацыі аб стане ўстройства і працэсе кіравання ў цэлым, аб праходжанні тэстаў і тыпах выяўленых памылак, а таксама аб стане каналаў сувязі з аб'ектамі кіравання. Элементамі індывідуальнай могуць служыць святлодыёды або святлодыёдныя індывідуальныя панэлі. Увядзенне сродкаў індывідуальнай не з'яўляецца абавязковым.

Асноўныя патрабаванні да праграмнага забеспячэння для PLC:

- аўтаномнасць;
- падтрымка працэсаў збору, аналізу інфармацыі і кіравання, а таксама лакальных баз даных у рэальным часе;
- магчымасць дыстанцыйнага кіравання з боку цэнтральнага дыспетчарскага пункта (станцыі);
- сеткавая падтрымка.

Праграмнае забеспячэнне размеркаванай сістэмы (камп'ютэр-PLC) уключае наступныя асноўныя кампаненты:

- тэставае праграмнае забеспячэнне;
- базавае праграмнае забеспячэнне;
- прыкладное тэхналагічнае праграмнае забеспячэнне.

Тэставае праграмнае забеспячэнне выконвае тэставанне (адладку) асобных PLC і сістэмы ў цэлым (уключаючы тэставанне і дыягнастыку розных канфігурацый) і ўтрымлівае наступныя кампаненты:

- праграмы ініцыялізацыі і канфігуравання, а таксама пачатковыя тэсты для PLC і сеткавых адаптараў;
- праграмы для тэставання PLC праз лінію сувязі з камп'ютэрам вышэйшага ўзроўню або спецыялізаванай наладжвальнай апаратурай;
- праграмы для тэставання, наладкі і збору статыстыкі лакальнай сеткі размеркаванай сістэмы;
- комплекснае тэставанне размеркаванай сістэмы ў цэлым;
- спецыялізаванае тэставае праграмнае забеспячэнне для наладжвальных пультаў, стэндаў, эмулятараў і г. д.

Адладка PLC выконваецца з дапамогай камп'ютэраў або спецыяльных пультаў, якія забяспечваюць доступ да памяці і партоў PLC з мэтай адладкі і апэратыўнага ўводу даных, уставак, кіруючай інфармацыі. Адладчык дазваляе перавесці працу PLC у рэжым пакрокавага выканання ўнутраных праграм, эмуляваць падачу знешніх сігналаў, адсочваць змены станаў рэгістраў і т. п.

Базавае праграмнае забеспячэнне складаецца з набору інструментальных і выканаўчых праграмных сродкаў, арыентаваных на пабудову шматузроўневых сістэм.

У склад выканаўчых базавых праграмных сродкаў уваходзяць апэрацыйныя сістэмы рэальнага часу, кіруючыя выкананнем прыкладной інструментальнай праграмы і ўстройствамі PLC, і сеткавыя праграмныя сродкі, якія забяспечваюць інфармацыйны абмен паміж асобнымі вузламі і магчымасць дыстанцыйнага доступу і кіравання ў размеркаванай сістэме.

Для распрацоўкі тэхналагічных праграм выкарыстоўваюцца наступныя сродкі: рэдактары, сістэмы праграмавання (падтрымка асемблераў і моў высокага ўзроўню, а таксама моў тэхналагічнага праграмавання), сродкі адладкі і тэставання, а таксама інструментарый для функцыянальна арыентаваных моў праграмавання, якія дазваляюць з мінімальнымі працавыдаткамі ажыццяўляць праектаванне сістэмы «пад ключ».

Тэхналагічныя мовы, якія выкарыстоўваюцца для распрацоўкі прыкладных праграм, уключаюць у сябе звычайна арыфметычныя і лагічныя апэрацыі, сродкі арганізацыі цыклаў падключэння і адключэння партоў, сродкі кіравання перапыненнямі (забарона/дазвол, усталяўка прыярытэтаў), сродкі працы з інтэрваламі часу і апрацоўкі падзей, а таксама сродкі для дынамічнай загрузкі і запуску праграм. Элементамі мовы з'яўляюцца імёны партоў уводу/вываду і асобных іх разрадаў, імёны лічылнікаў, таймераў і кантактаў, сцягі, а таксама параметры тэхналагічнага працэсу.

Сучасныя сродкі аўтаматызацыі праектавання тэхналагічных праграм дазваляюць праграмаваць PLC з выкарыстаннем бібліятэкі стандартных праграмных модуляў – «алгаблокаў», якія рэалізуюць тыпавыя алгарытмы кіравання АСКТП: кампаратары, якія фармулююць ШІМ-сігналы і інш.

1.5.2. Тэлекамунікацыйныя сродкі АСК

1.5.2.1. Эталонная мадэль узаемадзеяння адкрытых сістэм (OSI-мадэль)

Інфармацыйны абмен паміж рознымі ўзроўнямі АСК ажыццяўляецца праз лакальныя вылічальныя сеткі. Сеткі ахопліваюць адносна невялікія тэрыторыі (да 5–10 км) асобных прадпрыемстваў і аб'ядноўваюць з дапамогай агульнага канала сувязі сотні абаненцкіх вузлоў (сеткавы абаненцкі вузел – гэта камп'ютэр, PLC, панэль візуалізацыі і г. д.). Яны могуць далучацца да іншых лакальных сетак, а таксама рэгіянальных і глабальных сетак.

Лакальныя вылічальныя сеткі, якія забяспечваюць фізічную і лагічную сувязь паміж размеркаванымі прамысловымі кантролерамі, вымяральнымі пераўтваральнікамі і выканаўчымі механізмамі і іх інтэграцыю ў адзіную сістэму кіравання тэхналагічным працэсам, называюцца лакальнымі прамысловымі сеткамі (ЛПС) (Fieldbus – «палявая» шына).

Асноўнымі патрабаваннямі да сетак, якія эксплуатаюцца ў прамысловых умовах, з'яўляюцца:

- высокая надзейнасць;
- высокая хуткасць перадачы даных (што адрознівае іх, напрыклад, ад глабальных сетак, якія могуць уносіць у перадачу даных значныя затрымкі);
- прастата мантажу.

У цяперашні час існуе вялікая разнастайнасць лакальных прамысловых сетак, якія ўмоўна падзелены на два ўзроўні і звязаны пры дапамозе мастоў паміж сабой і з верхнімі ўзроўнямі АСК – узровень датчыкаў і ўзровень вытворчага працэсу:

– ЛПС для ўзроўню ўводу/вываду (sensor/actuator level) – аб'яднанне простых устройстваў: датчыкаў і выканаўчых механізмаў размеркаванай АСК. Кожнае з гэтых устройстваў павінна мець спецыяльную інтэрфейсную мікрасхему. Сеткі дадзенага ўзроўню забяспечваюць высокахуткасную перадачу кароткіх паведамленняў. Даўжыня сегмента сеткі звычайна парадку 100 м, колькасць вузлоў – некалькі дзясяткаў, цыкл апытання шыны – парадку 10 мс, аб'ём перадаваемых

данных за цикл – ад аднаго да некалькіх дзесяткаў байт. Прыкладамі гэтых сетак з’яўляюцца ASI і Profibus DP;

– ЛПС для ўзроўню вытворчага працэсу (field level) – аб’яднанне прамысловых кантролераў для збору, апрацоўкі інфармацыі і кіравання тэхналагічным працэсам. Сетка можа аб’ядноўваць сотні вузлоў і быць прызначана для перадачы вялікіх аб’ёмаў даных (цыкл шыны парадку 100 мс). Прыкладамі такіх сетак з’яўляюцца Profibus FMS і Bitbus.

Асновай працы ЛПС служыць стандарт, распрацаваны Міжнароднай арганізацыяй па стандартызацыі (International Standards Organization – ISO), які апісвае правілы злучэння апаратных і праграмных сродкаў у адзіную сістэму. Ён носіць назву мадэлі ўзаемадзеяння адкрытых сістэм (Open System Interconnection – OSI). Як правіла, вытворцы сеткавага абсталявання прадстаўляюць свае вырабы ў тэрмінах OSI-мадэлі.

Архітэктурна OSI-мадэлі падзяляецца на сем незалежных узроўняў. У адпаведнасці з гэтым перадача інфармацыі ў сетцы зводзіцца да сямі падзадач, якія адпавядаюць вызначаным узроўням мадэлі. OSI-мадэль вызначае прызначэнне і правілы ўзаемадзеяння ўзроўняў. Асобныя ўзроўні адрозніваюцца па спецыфіцы выкананых працэсаў і па тэхналогіях рэалізацыі. Кожны ўзровень забяспечвае поўны набор паслуг для ўзроўню, размешчанага вышэй.

У табл. 1.1 паказаны пэўныя прыклады рэалізацыі ўсіх сямі ўзроўняў OSI-мадэлі. Ніжнія два ўзроўні – фізічны і канальны – рэалізуюцца апаратна-праграмным спосабам, астатнія пяць – у асноўным праграмным. Так, сеткавы ўзровень рэалізуецца драйверамі аперацыйнай сістэмы, а таксама апаратнымі і праграмнымі сродкамі маршрутызатараў. Верхнія чатыры ўзроўні рэалізуюцца сродкамі сеткавай аперацыйнай сістэмы.

Табліца 1.1

Прыклады рэалізацыі ўзроўняў OSI-мадэлі

Узровень	Назва	Прызначэнне
1	Фізічны	Фізічнае (механічнае і электрычнае) злучэнне асяроддзя перадачы даных
2	Канальны	Перадача па фізічным адрасе ў сетцы, доступ да асяроддзя перадачы даных
3	Сеткавы	Лагічнае адрасаванне і маршрутызацыя
4	Транспартны	Празрыстая перадача пакетаў даных па сетцы
5	Сеансавы	Кіраванне дыялогам паміж устройствамі сеткі
6	Прадстаўнічы	Пераўтварэнне даных пры перадачы інфармацыі паміж устройствамі з рознымі фарматамі даных
7	Прыкладны	Паддача сеткавага сэрвісу для праграм карыстальніка

Пры перадачы інфармацыі паміж прыкладнымі праграмамі, змешчанымі на розных вузлах сеткі, перадаваемая інфармацыя праходзіць уніз праз усе ўзроўні сістэмы і прымае выгляд, прыдатны для перадачы па фізічных каналах сувязі. Пасля дастаўкі па патрабаваным адрасе інфармацыя праходзіць праз усе ўзроўні наверх і пераўтвараецца ў зыходны выгляд.

Больш падрабязней разгледзім кожны ўзровень.

Фізічны ўзровень рэалізуе фізічнае кіраванне і адносіцца да фізічнага ланцуга, па якім перадаюцца біты інфармацыі, напрыклад, тэлефоннай. На гэтым узроўні мадэль OSI вызначае фізічныя, электрычныя, функцыянальныя і працэдурныя характарыстыкі ланцугоў сувязі, а таксама патрабаванні да сеткавых адаптэраў і мадэмаў.

Канальны ўзровень ажыццяўляе кіраванне звяном сеткі (каналам) і ставіцца да перасылання блокаў (сукупнасці бітаў) інфармацыі па фізічным звяне. Ажыццяўляе такія працэдуры кіравання, як вызначэнне пачатку і канца блока, выяўленне памылак перадачы, адрасаванне паведамленняў і інш. Канальны ўзровень вызначае правілы сумеснага выкарыстання сеткавых апаратных сродкаў камп'ютэрамі сеткі.

Сеткавы ўзровень адносіцца да віртуальнага (уяўнага) ланцуга, які не абавязаны існаваць фізічна. З дапамогай інтэрфейсу, які забяспечваецца гэтым узроўнем, магчыма «схаваць» складанасці кіравання перадачай на фізічным узроўні. Праграмныя сродкі дадзенага ўзроўню забяспечваюць вызначэнне маршруту перадачы пакетаў у сетцы. Маршрутызатары, якія забяспечваюць пошук аптымальнага маршруту на аснове аналізу адраснай інфармацыі, функцыянуюць на сеткавым узроўні мадэлі OSI. У якасці найбольш простага маршрутызаванага ўстройства паміж сегментамі сеткі або рознымі лакальнымі сеткамі можа выступаць і ўстройства, якое называецца мастом і якое функцыянуе на ніжэйшым канальным узроўні мадэлі OSI.

Транспартны ўзровень. Першыя тры ўзроўні ўтвараюць агульную сетку, якую калектыўна могуць выкарыстоўваць шматлікія карыстальнікі. На транспартным узроўні кантралюецца чарговасць пакетаў паведамленняў і іх прыналежнасць. Такім чынам, падчас абмену паміж камп'ютэрамі падтрымліваецца віртуальная сувязь, аналагічная тэлефоннай камутацыі.

Сеансавы ўзровень. У некаторых выпадках цяжка арганізаваць працэс узаемадзеяння паміж карыстальнікамі з-за шматлікасці спосабаў такога ўзаемадзеяння. Для пазбаўлення ад гэтых цяжкасцей каардынуюцца і стандартызуюцца працэсы ўсталявання сеансу, кіравання перадачай і прыёмам пакетаў паведамленняў, завяршэння сеансу. На

сеансавым узроўні паміж камп'ютэрамі ўсталёўваецца і завяршаецца віртуальная сувязь па такім жа прынцыпе, як пры галасавой тэлефоннай сувязі.

Прадстаўнічы ўзровень. Праграмныя сродкі гэтага ўзроўню выконваюць пераўтварэнні даных з унутранага фармату камп'ютэра, які ў сваю чаргу перадае іх ва ўнутраны фармат камп'ютэра-атрымальніка, калі гэтыя фарматы адрозніваюцца адзін ад аднаго (напрыклад, IBM PC і DEC). Дадзены ўзровень уключае функцыі, якія адносяцца да выкарыстоўваемага набору знакаў, да кадзіравання даных і спосабаў падачы іх на экраны дысплеяў або друк. Акрамя канвертавання фарматаў на дадзеным узроўні ажыццяўляецца сцісканне перадаваемых даных і іх распакоўка.

Прыкладны ўзровень адносіцца да функцый, якія забяспечваюць падтрымку карыстальніку на больш высокім прыкладным і сістэмным узроўнях, напрыклад:

- арганізацыю доступу да агульных сеткавых рэсурсаў – інфармацыі, дыскавай памяці, праграмных прыкладанняў, знешніх устройстваў (прінтараў, стрымераў і інш.);
- агульнае кіраванне сеткай (кіраванне канфігурацыяй, размежаванне доступу да агульных рэсурсаў сеткі, узнаўленне працаздольнасці пасля збояў і адмоў, кіраванне прадукцыйнасцю);
- перадачу электронных паведамленняў, уключаючы электронную пошту;
- арганізацыю электронных канферэнцый;
- дыялогавыя функцыі высокага ўзроўню.

Мадэль OSI уяўляе сабой стандартызаваны каркас і агульныя рэкамендацыі. Патрабаванні ж да пэўных кампанентаў сеткавага праграмнага забеспячэння задаюцца пратаколамі.

Лакальныя прамысловыя сеткі, як правіла, рэалізуюць фізічны, канальны і прыкладны ўзроўні OSI-мадэлі, астатнія ўзроўні ў большасці выпадкаў залішнія.

1.5.2.2. Тапалогія лакальнай прамысловай сеткі

Міжнародны інстытут інжынераў па электратэхніцы і радыёэлектроніцы (IEEE) распрацаваў стандарты для пратаколаў перадачы даных у лакальных сетках. Гэтыя стандарты, якія апісваюць метады доступу да сеткавых каналаў даных, атрымалі назву IEEE 802.

Па меры эвалюцыі вылічальных сістэм сфармаваліся наступныя разнавіднасці архітэктуры камп'ютэрных сетак:

- аднарангавая архітэктура;

- класічная архітэктурна «кліент-сервер»;
- архітэктурна «кліент-сервер» на аснове Web-тэхналогіі.

Пры аднарангавай архітэктурны ўсе рэсурсы вылічальнай сістэмы, уключаючы інфармацыю, былі сканцэнтраваны ў цэнтральным камп'ютэры, які называюць яшчэ мэйнфрэйм (main frame – цэнтральны блок камп'ютэра). У якасці асноўных сродкаў доступу да інфармацыйных рэсурсаў выкарыстоўваліся аднатыпныя алфавітна-лічбавыя тэрміналы, злучаныя з цэнтральным камп'ютэрным кабелем. Пры гэтым не патрабавалася ніякіх спецыялізаваных дзеянняў з боку карыстальніка па наладцы і канфігураванню праграмага забеспячэння.

Відавочныя недахопы, уласцівыя аднарангавай архітэктурны, і развіццё інструментальных сродкаў прывялі да з'яўлення вылічальных сістэм з архітэктурна «кліент-сервер». Асаблівасць дадзенага класа сістэм выяўляецца ў дэцэнтралізацыі архітэктурны аўтаномных вылічальных сістэм і іх аб'яднанні ў глабальныя камп'ютэрныя сеткі. Стварэнне дадзенага класа сістэм звязана са з'яўленнем персанальных камп'ютэраў, якія ўзялі на сябе частку функцый цэнтральных камп'ютэраў. У выніку з'явілася магчымасць стварэння глабальных і лакальных вылічальных сетак, што аб'ядноўваюць персанальныя камп'ютэры (кліенты або працоўныя станцыі), якія выкарыстоўваюць рэсурсы, з камп'ютэрамі (серверамі), якія вызначаюць тыя або іншыя рэсурсы для агульнага выкарыстання.

Любое праграмае прыкладанне можна паказаць у выглядзе структуры з трох кампанентаў:

- кампанент прадстаўлення, які рэалізуе інтэрфейс з карыстальнікам;
- прыкладны кампанент, які забяспечвае выкананне прыкладных функцый;
- кампанент доступу да інфармацыйных рэсурсаў або менеджэр рэсурсаў, які выконвае назапашванне інфармацыі і кіраванне данымі.

На аснове размеркавання пералічаных кампанентаў паміж рабочай станцыяй і серверам сеткі вылучаюць наступныя мадэлі архітэктурны «кліент-сервер»:

- мадэль доступу да даных, які былі знішчаны;
- мадэль сервера кіравання данымі;
- мадэль комплекснага сервера;
- трохзвонную архітэктурна «кліент-сервер».

Мадэль доступу да выдаленых даных, пры якой на серверы размешчаны толькі апэратыўныя даныя, мае наступныя асаблівасці:

- невысокую прадукцыйнасць, бо ўся інфармацыя апрацоўваецца на рабочых станцыях;

– паніжэнне агульнай хуткасці абмену пры перадачы з сервера на рабочыя станцыі вялікіх аб’ёмаў інфармацыі для апрацоўкі.

Пры выкарыстанні мадэлі сервера кіравання данымі, акрамя самой інфармацыі, на серверы размяшчаецца менеджэр інфармацыйных рэсурсаў (напрыклад, сістэма кіравання базамі даных). Пры гэтым асноўныя кампаненты з’яўляюцца сумешчанымі і выконваюцца на камп’ютэры-кліенце, які падтрымлівае як функцыі ўводу і адлюстравання даных, так і прыкладныя функцыі. Доступ да інфармацыйных рэсурсаў забяспечваецца альбо аператарамі спецыяльнай мовы (напрыклад, SQL у выпадку выкарыстання базы даных), альбо выклікамі функцый спецыялізаваных праграмных бібліятэк. Запыты да інфармацыйных рэсурсаў накіроўваюцца па сетцы менеджэру рэсурсаў (напрыклад, серверу базы даных), які апрацоўвае запыты і вяртае кліенту блокі даных. Найболей істотныя асаблівасці дадзенай мадэлі:

– памяншэнне аб’ёмаў інфармацыі, перадаваемай па сетцы, бо выбарка неабходных інфармацыйных элементаў ажыццяўляецца на серверы, а не на рабочых станцыях;

– уніфікацыя і шырокі выбар сродкаў стварэння прыкладанняў;

– адсутнасць выразнага размежавання паміж кампанентам падачы і прыкладным кампанентам, што робіць складаным удасканаленне вылічальнай сістэмы.

Мадэль сервера кіравання данымі мэтазгодна выкарыстоўваць у выпадку апрацоўкі ўмераных (не павялічваюцца з часам) аб’ёмаў інфармацыі. Пры гэтым складанасць прыкладнога кампанента павінна быць невысокай.

Мадэль комплекснага сервера будзецца з намерам, што працэс, выкананы на камп’ютэры-кліенце, абмяжоўваецца функцыямі падачы, а ўласна прыкладныя функцыі і функцыі доступу да даных выконваюцца серверам.

Перавагі мадэлі комплекснага сервера:

– высокая прадукцыйнасць;

– цэнтралізаванае адміністраванне;

– эканомія рэсурсаў сеткі.

Мадэль комплекснага сервера з’яўляецца аптымальнай для буйных сетак, арыентаваных на апрацоўку вялікіх аб’ёмаў інфармацыі.

Архітэктур «кліент-сервер», пры якой прыкладны кампанент размешчаны на рабочай станцыі разам з кампанентам падачы (мадэлі доступу да знішчаных даных і сервера кіравання данымі) або на серверы разам з менеджэрам рэсурсаў і данымі (мадэль комплекснага сервера), называюць двухзвённай архітэктурай.

Пры істотным ускладненні і павелічэнні рэсурсаёмістасці прыкладнога кампанента для яго можа быць вылучаны асобны сервер, названы серверам прыкладанняў. У гэтым выпадку кажуць аб трохзвённай архітэктурцы «кліент-сервер». Першае звяно – камп’ютэр-кліент, другое – сервер прыкладанняў, трэцяе – сервер кіравання данымі. У рамках сервера прыкладанняў можа быць рэалізавана некалькі прыкладных функцый, кожная з якіх афармляецца як асобная служба, якая дастаўляе некаторыя паслугі ўсім праграмам. Сервераў прыкладання можа быць некалькі, кожны з іх арыентаваны на падачу некаторага набору паслуг.

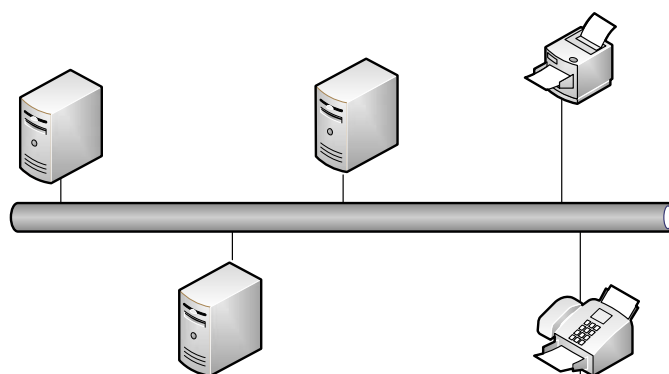
Тапалогія сеткі апісвае спосаб аб’яднання розных сеткавых устройстваў. Выбар тапалогіі ўплывае на характарыстыкі сеткі: спосаб доступу да сеткі, магчымасць яе пашырэння, надзейнасць. Асноўнымі тапалогіямі з’яўляюцца: «шына» (bus), «кола» (ring), «зорка» (star).

Пры пабудове сетак выкарыстоўваюцца два варыянты падключэння сеткавых устройстваў: радыяльнае і магістральнае:

– радыяльнае злучэнне паміж двума сеткавымі ўстройствамі (камп’ютэрам, PLC і т. п.) завецца злучэннем «кропка да кропкі» (point to point interface);

– магістральнае злучэнне сеткавых устройстваў, пры якім сеткавыя ўстройства незалежна выходзяць на агульную лінію перадачы, завецца «шматкропковым» злучэннем (multipoint).

Тапалогія «шына» (магістраль). Найболей простыя і распаўсюджаныя сеткі. Для аб’яднання групы ўстройстваў у сетку ужываецца адзіны (магістральны) кабель, што мае некалькі прамежкавых адгалінаванняў, якія выкарыстоўваюцца для злучэння магістральнага проваду з сеткавымі ўстройствамі (мал. 1.4). Тып злучэння шматкропкавы. Кожнае сеткавае ўстройства можа перадаваць даныя толькі ў тым выпадку, калі іншыя «маўчаць».



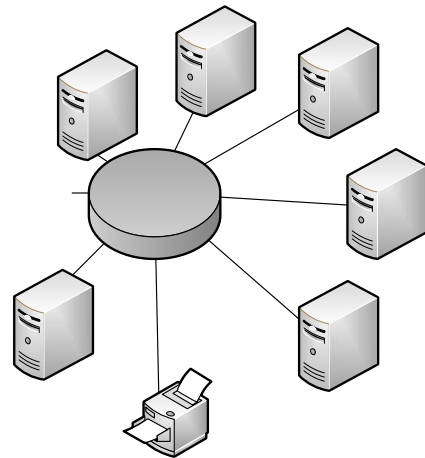
Мал. 1.4. Тапалогія «шына»

Сетка з такой тапалогіяй адрозніваецца лёгкасцю пашырэння, аднак чым больш абаненцкіх вузлоў у сетцы, тым ніжэйшая яе прадукцыйнасць. Выхад са строю магістральнага кабеля вядзе за сабой спыненне ўсёй сеткі, аднак выхад са строю аднаго вузла не парушае працаздольнасці сеткі.

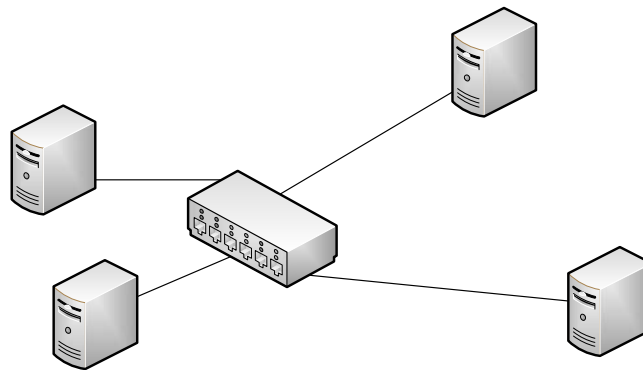
Тапалогія «кола». Інфармацыя перадаецца ад вузла да вузла паслядоўна па фізічным кольцы. Кожны вузел перадае інфармацыю толькі аднаму з вузлоў (мал. 1.5). Тып злучэння – кропка да кропкі. Прыёмны вузел выступае ў ролі паўтаральніка, які рэгенеруе атрыманую інфармацыю.

Да перадачыкаў і прыёмнікаў тут прад'яўляюцца ніжэйшыя патрабаванні, чым у шырокавяшчальных канфігурацыях, дзе перадаваемыя даныя атрымліваюць усе вузлы сеткі. На розных участках сеткі могуць выкарыстоўвацца розныя віды фізічнага перадаваемага асяроддзя. Выхад са строю лініі сувязі прыводзіць да адмовы сеткі.

Тапалогія «зорка». Усе сеткавыя вузлы падключаны ўласным фізічным каналам сувязі да цэнтральнага канцэнтратара або прамысловага кантролера (мал. 1.6). Тып злучэння – кропка да кропкі. Інфармацыя ад перыферычнага перадавальнага вузла паступае да іншых перыферычных вузлоў праз цэнтральны вузел.



Мал. 1.5. Тапалогія «кола»



Мал. 1.6. Тапалогія «зорка»

Цэнтральны вузел павінен адрознівацца павышанай надзейнасцю, паколькі выхад яго са строю спыняе ўсю сетку. Выхад са строю перыферычнага вузла або аднаго фізічнага канала сувязі адключае толькі адзін сеткавы вузел і не ўплывае на працаздольнасць астатняй сеткі.

1.5.2.3. Апаратныя кампаненты ЛПС

Лакальная прамысловая сетка выкарыстоўвае паслядоўную перадачу даных па канале сувязі. У якасці фізічнага асяроддзя перадачы даных звычайна ўжываецца вітая пара, кааксіяльны кабель або оптавалакно, радзей канал бесправадной сувязі.

Вітая пара ўяўляе сабой пару ізаляваных праводзячых жыл, скручаных адна з адной і змешчаных у агульную дыэлектрычную абалонку. Вартасць – нізкі кошт і прастата ўжывання.

Кааксіяльны кабель уяўляе сабой медную токаводную жылу, акружаную пластом дыэлектрыка і пакрыццём у выглядзе металічнай аплеткі або фольгі. Існуе ў двух варыянтах: тонкі 6 мм (10 Base2/IEEE 802.3) і тоўсты – 12 мм (10 Base5/IEEE802.3). Вартасць – магчымасць прамых адгалінаванняў (шляхам праколвання ізаляцыйнага пласта), дзякуючы чаму сетка можа лёгка нарошчвацца, а таксама засцерагацца ад памех.

Оптвалаконны кабель складаецца з оптавалакна і ахоўнага пакрыцця. Оптавалакно вырабляецца са шкла або спецыяльнага пластыка і служыць для перадачы светавых сігналаў. Оптавалакно пакрываецца святлоадбівальным складам, які прадухіляе расейванне святла. Звонку оптавалакно пакрыта полівінілхларыдам або якім-небудзь іншым ахоўным пакрыццём, што павышае трываласць кабеля. Выкарыстоўваецца ў асноўным оптавалакно двух тыпаў. Першы тып разлічаны на паралельную перадачу некалькіх светлавых сігналаў і ўжываецца для перадачы на адлегласць да 2000 м, крыніца сігналу дыёд. Другі тып прадугледжвае адзінкавы рэжым перадачы, ужываецца для перадачы сігналу на адлегласць да 5000 м, крыніца сігналу лазер. Вартасць – высокая хуткасць перадачы даных і ўстойлівасць да электрамагнітных перашкод, бо оптавалакно не з'яўляецца электраправодным матэрыялам.

Асноўныя характарыстыкі разгледжаных асяроддзяў перадачы даных зведзены ў табл. 1.2.

Табліца 1.2

Асноўныя характарыстыкі асяроддзяў перадачы даных

Тып асяроддзя перадачы	Хуткасць перадачы, Мбіт/с	Даўжыня сеткавага сегмента, м	Прыкладны кошт 1 м, дол. ЗША
Вітая пара	Да 100	100	0,3–0,7
Тонкі кааксіяльны кабель	Да 10	185	2
Тоўсты кааксіяльны кабель	Да 100	500	2,5
Оптвалакно	100 і вышэй	2000–5000	2–6

Фізічныя інтэрфейсы вызначаюцца шэрагам стандартаў (RS-232, RS-422 і RS-485), якія ўсталёўваюць патрабаванні:

– да характарыстык электрычных сігналаў (франты і ўзроўні напругі або току);

– спосабаў кадзіравання даных, тыпаў раздымаў і г. д.

Стандарт RS-232C. Ужываецца пры адносна павольнай перадачы сігналаў – хуткасць перадачы даных ад 50 да 38 400 біт/с; максімальная даўжыня злучэння (без паўтаральнікаў) 15 м. Інфармацыя перадаецца паслядоўна біт за бітам асінхронным спосабам. Перадаваемы байт даных змяшчае біт парытэту і суправаджаецца стартавым і стопавым бітамі. Адзінка і нуль кадзіруюцца імпульсамі напружання дадатнай і адмоўнай палярнасці.

Стандарт вызначае таксама распайку інтэрфейснага раздыму. Інтэрфейс RS-232C з перадачай па току (current loop – токавая пятля) уяўляе сабой двухправодную лінію, якая ўтварае токавую пятлю. Перадавальнае ўстройства з’яўляецца дыскрэтна пераключаемай крыніцай току. Даныя перадаюцца сігналамі пастаяннага току 4–20 мА. Токавая пятля дазваляе павялічыць памехаабароненасць і перадаваць сігналы па лініі даўжынёй да 3 км.

Стандарты RS-422 і RS-485. Распрацаваны пазней стандарты інтэрфейсаў паслядоўнай перадачы даных RS-422 і RS-485 дапускаюць вельмі вялікія хуткасці і далёкасць перадачы даных. Найбольш распаўсюджаны стандарт RS-485. Інтэрфейсы на базе гэтага стандарту рэалізаваны практычна ва ўсіх прамысловых кантролерах.

Інфармацыя па ЛПС перадаецца блокамі, якія называюцца пакетамі або паведамленнямі. Палі пакета маюць наступную структуру: адрас абанента сеткі; кіравальная інфармацыя аб паслядоўнасці дзеянняў (напрыклад, запіс, чытанне даных і інш.); перадаваемыя даныя; кантрольны код выяўлення памылак.

Доступ да асяроддзя перадачы даных выкарыстоўвае два асноўныя метады перадачы даных – цэнтралізаваны і дэцэнтралізаваны.

Цэнтралізаваны метады доступу (метады «вядучы/кіруемы» – master/slave) прадугледжвае наданне аднаму з вузлоў правоў вядучага, або гаспадара (master). Іншыя вузлы з’яўляюцца кіруемымі (slave). Вядучы вузел вызначае парадак і час доступу кіруемых вузлоў да шыны, ініцыіруе цыклы абмену данымі па шыне з кіраванымі вузламі. Паведамленні могуць перадавацца толькі аднаму вузлу або ўсім вузлам адначасова. У апошнім выпадку гэта шырокавяшчальны (broadcast) рэжым, які не патрабуе адрасавання

кожнага абанента сеткі. Пры адмове вядучага вузла абмен па шыне прыпыняецца. Цэнтралізаваны метада выкарыстоўваецца, як правіла, на ніжнім узроўні кіравання кантролераў, датчыкаў, выканаўчых механізмаў.

Дэцэнтралізаваны метада доступу да шыны прадугледжае наданне права вядучага групы ўстройстваў сеткі. Гэты метада атрымаў найбольшае развіццё. Функцыі вядучага ў гэтым выпадку могуць перадавацца ад аднаго вузла да іншага.

Асноўнымі спецыялізаванымі сеткавымі ўстройствамі, што выкарыстоўваюцца ў лакальных сетках, з'яўляюцца:

- трансівер (transceiver) – устройства, якая служыць для падключэння сеткавага вузла да асноўнай магістралі сеткі з кааксіяльнага кабеля або аптычнага валакна;

- канцэнтратар (hub) – выкарыстоўваецца пры стварэнні інфраструктуры сеткі. Злучае сегменты кабеля, аднаўляе і ўзмацняе перадаваемы сігнал;

- інтэлектуальны канцэнтратар (switcher) – валодае магчымасцю камутаваць прыходныя пакеты, г. зн. рэтрансляваць іх па сегментах, вылучаных на аснове аналізу адраснай інфармацыі. Трансівер і канцэнтратар рэалізуюць функцыі фізічнага ўзроўню OSI-мадэлі;

- мост (bridge) – інтэлектуальнае ўстройства, якое служыць для злучэння дзвюх розных сетак, напрыклад Profibus і Ethernet. Перадае пакеты з адной сеткі ў іншую па адрасе прызначэння і рэалізуе функцыі канальнага ўзроўню OSI-мадэлі;

- маршрутызатар (router) – выкарыстоўваецца ў складаных сетках у кропках разгалінавання маршрутаў для азначэння наступнага найлепшага шляху пакета, функцыянуе на сеткавым узроўні OSI-мадэлі. У якасці маршрутызатара можа выкарыстоўвацца сеткавая станцыя, якая мае некалькі сеткавых інтэрфейсаў і адпавядае праграмаму забеспячэнню;

- сеткавы адаптэр. Кожны з вузлоў сеткі ўтрымоўвае сеткавы адаптэр (плату або мікрасхему інтэрфейснага кантролера), які рэалізуе функцыі фізічнага і канальнага ўзроўняў OSI-мадэлі і прызначаны для спалучэння сеткі з асяроддзем перадачы даных. У яго функцыі ўваходзяць: кантроль магчымасці доступу да сеткі, ідэнтыфікацыя адрасу, кадзіраванне і дэкадзіраванне сігналу, пераўтварэнне паралельнага кода ў паслядоўны і адваротнае пераўтварэнне адпаведна пры перадачы і прыёме, прамежкавае захоўванне даных у буфернай памяці, кантроль памылак.

1.5.3. Інфармацыйнае забеспячэнне аўтаматызаванага кіравання

Аўтаматызаванае кіраванне грунтуецца на рэалізацыі інфармацыйных працэсаў, да ліку якіх адносяцца захоўванне і пошук інфармацыі. Захоўванне інфармацыі ўяўляецца, з аднаго боку, як сукупнасць мадэлей канцэптualaнага, лагічнага і фізічнага ўзроўняў, з другога – як набор метадаў і спосабаў практычнай рэалізацыі. У прыведзенай агульнай характарыстыцы тэорыі і тэхналогіі стварэння баз даных асноўная ўвага нададзена развіццю інфармацыйнага забеспячэння аўтаматызаванага кіравання на аснове найбольш перспектывуных кірункаў: аб'ектна-арыентаваных баз даных, аб'ектна-рэляцыйных баз даных, размеркаваных баз даных.

1.5.3.1. Інфармацыйнае забеспячэнне АСК на аснове аб'ектна-арыентаваных і аб'ектна-рэляцыйных баз даных

У аб'ектна-арыентаванай мадэлі даных уласна база даных, інтэрфейс карыстальніка і алгарытм прыкладання пабудаваны з выкарыстаннем аб'ектна-арыентаванага падыходу.

З'яўленне аб'ектна-арыентаванай базы даных (ААБД), стымулявана патрабаваннямі вялікай хуткадзейнай памяці (звыш 20 Гбайт) для сістэм канструявання вытворчасці (CAD/CAM).

У адпаведнасці з «Маніфэстам ААБД», выкарыстоўваецца формула

$$\text{ААСКБД} = \text{СКБД} + \text{ААМП},$$

дзе СКБД – сістэма кіравання базами даных; ААМП – аб'ектна-арыентаваная мова праграмавання.

ААСКБД павінна падтрымліваць аб'екты з нелінейнай структурай (складаныя аб'екты, у тым ліку з іерархіяй тыпаў), што дасягаецца інкапсуляцыяй і наследваннем. Ёй лёгка падтрымліваюцца пашыральнасць, вылічальная поўнасць, мовы запыту. Стандарт для ААБД уключае:

- аб'ектную мадэль Object Data Model (ODM);
- мову азначэння аб'ектаў Object Definition Language (ODL);
- аб'ектную мову запыту Object Query Language (OQL);
- інтэрфейсы моў праграмавання (C++ і інш.).

У цяперашні час налічваецца звыш 300 аб'ектна-арыентаваных СКБД (ААСКБД).

Сутнасць аб'ектна-арыентаванай БД вызначаецца аб'ектна-арыентаваным падыходам, які разумее аб'ектна-арыентаванае праектаванне і аб'ектна-арыентаванае праграмаванне.

Аб'ектна-арыентаванае праектаванне – метадалогія праектавання, якая спалучае ў сябе працэс аб'ектнай дэкампазіцыі і прыёмы падачы лагічных і фізічных, а таксама статычных і дынамічных мадэлей праектаванай сістэмы.

Аб'ектна-арыентаванае праграмаванне – метадалогія праграмавання, заснаваная на падачы праграм у выглядзе звязанай сукупнасці аб'ектаў, кожны з якіх з'яўляецца экзэмплярам пэўнага класа, а класы ўтвараюць іерархію па наследванні. Аб'ектна-арыентаванае праектаванне прадугледжвае не толькі дзяленне (дэкампазіцыю) базы ведаў або базы даных на складовыя часткі, але і разгляд агульнай этапнасці рэалізацыі БД, выбар устройстваў рэалізацыі з улікам абумоўленых у тэхнічным заданні варыянтаў рэалізацыі.

Аб'ектна-арыентаванае праграмаванне бярэ за аснову мадэль атмарнага элемента. Справа ў тым, што нягледзячы на магутныя сродкі адладкі праграм, для падвышэння прадукцыйнасці працедуры праграмавання мэтазгодна адладжваць праграмы паслядоўна, па блоках. Праграма ў цэлым адладжваецца хутчэй, калі блокі былі адладжаныя загадзя. Гэтыя перадумовы і пакладзены ў аснову аб'ектна-арыентаванага праграмавання.

Вылучаецца некалькі спецыфічных паняццяў. Даныя называюць уласцівасцямі, а алгарытмы – метадамі. Доступ да класа ажыццяўляецца праз уласцівасці – у статычным рэжыме напісання і адладкі праграмы або праз метады – падчас выкананняў (работы) праграмы.

Пачатак работы класа задаецца з дапамогай спецыяльных унутраных (напрыклад, націсканне кнопкі) або знешніх (выклік з іншай падпраграмы) сігналаў, называемых падзеямі.

Праграмную рэалізацыю класа называюць кампанентам. Рэалізацыя кампанента ў некаторай праграме атрымала назву аб'екта.

У аб'ектна-арыентаваным праграмаванні выкарыстаюцца тры асноўныя прынцыпы: інкапсуляцыя, наследванне, полімарфізм.

Інкапсуляцыя – вылучэнне класа з доступам да яго праз уласцівасці або метады.

Наследванне – трансфармацыя класа шляхам змены ўласцівасцей і метадаў з дапамогай метадаў, называемых канструктарам і дэструктарам.

Усе класы (кампаненты) будуецца па іерархічным прынцыпе з паходжаннем ад некаторага зыходнага класа.

Полімарфізм дазваляе выкарыстаць метада з адным імем як у базавым, так і ў вытворных класах. Справа ў тым, што колькасць класаў значная: ужо цяпер яна набліжаецца да ста і працягвае расці. Калі для вытворных класаў замест аднатыпных, «падобных», метадаў (напрыклад, напісанне квадрата і акружнасці) ужываць розныя імёны, карыстальніку, асабліва пачаткоўцу, будзе складана асвоіцца з такой разнастайнасцю імёнаў.

Прывядзём асноўныя становішчы ААБД, якія заснаваны на аб'ектна-арыентаваным падыходзе.

1. У якасці значэння слупка можа быць выкарыстаны адвольны картэж. Інакш кажучы, слупок можа з'яўляцца як бы некаторай іншай табліцай. Такім чынам, ствараецца магчымасць рэалізацыі табліц з нелінейнай структурай.

2. Працэдура маніпуляцыі данымі дазваляе далучаць працэдуры, вызначаныя значэннямі слупкоў.

3. Даныя слупкоў могуць захоўвацца ў далейшым.

4. Элементамі адносін могуць служыць не толькі асобныя элементы, як у рэляцыйных БД, але і мноствы.

5. Фарміруюцца класы даных, якія арганізуюць слупкі ў іерархію.

Базавай мовай ААБД часцей за ўсё з'яўляецца мова праграмавання C++. Для работы з такімі ААБД распрацоўваецца новы варыянт мовы праграмавання SQL, які атрымаў назву SQL3 і ўтрымлівае ў сябе ў якасці асобнага выпадку рэляцыйную мадэль (SQL2). Калі SQL2 вызначае сем спосабаў звязвання са стандартнымі мовамі праграмавання, у SQL3 гэтую колькасць можна павялічыць.

У тэхналогіі распрацоўкі ААБД канкуруюць два напрамкі:

1) Distributed Object Linking and Embedding (OLE) фірмы Microsoft.

2) Common Object Request Broker Architecture (CORBA) групы OBDMG, падтрымліваецца фірмамі IBM, Novell, DEC з арыентацыяй на ўсе платформы. У рамках гэтага напрамку вылучаны і сфарміраваны мовы азначэння аб'ектаў Object Definition Language (ODL); аб'ектная мова запыту Object Query Language (OQL); мова азначэння інтэрфейсаў Interface Definition Language (IDL).

У другім напрамку звычайна вылучаюць два стандарты кіравання БД:

– ODL/OQL, у якім аб'екты і метады фарміруюцца звычайна з дапамогай мовы праграмавання C++;

– мова праграмавання SQL3.

Неабходна адзначыць, што да аб'ектна-арыентаваных магчыма аднесці толькі тыя базы даных, у якіх усе структурныя элементы

рэалізацыі пабудаваны з выкарыстаннем аб'ектна-арыентаванага падыходу. Калі хоць адзін структурны элемент рэалізацыі не выкарыстоўвае аб'ектна-арыентаваны падыход, кажуць аб аб'ектна-рэляцыйнай базе даных (АРБД).

Такім чынам, каб скарыстаць аб'ектна-арыентаваны падыход у пабудове ўласна БД, неабходна:

1) правесці інкапсуляцыю даных, г. зн. вылучыць класы і аб'екты;

2) вызначыць магчымыя віды структуры рэалізуемых табліц;

3) стварыць наследаванне класаў даных;

4) забяспечыць полімарфізм.

Рэалізацыя нават першай пазіцыі неадназначная і розная, напрыклад, у ААСКБД і АРСКБД. Існуе некаторае адрозненне нават у рамках розных ААСКБД.

У параўнанні з рэляцыйнымі БД ААБД валодаюць наступнымі перавагамі:

– лепшымі магчымасцямі мадэлявання сістэм з блокаў, якія валодаюць адвольнымі сувязямі;

– лёгкай пашыральнасцю структуры за кошт стварэння новых тыпаў даных (уласцівасцей), наследаванняў, усталяванняў новых сувязей і карэкціроўкі метадаў;

– магчымасцю выкарыстання рэкурсіўных метадаў пры навігацыйным метадзе доступу да вялікіх аб'ёмаў даных;

– павышэннем прадукцыйнасці ў 10–30 разоў;

– шырэйшай сферай ужывання (напрыклад, выкарыстанне ў мультымедыйных сістэмах).

Пераход да аб'ектна-арыентаваных мадэлей даных звязаны з працэсам «перапампоўкі» у іх велізарных аб'ёмаў інфармацыі, якая ў цяперашні час захоўваецца пераважна ў рэляцыйных базах даных. Каб спрасціць гэты працэс, сфарміравана аб'ектна-рэляцыйная мадэль даных, у якой вылучаюцца дзве разнавіднасці БД – гібрыдная і пашыраная.

У гібрыдных аб'ектна-рэляцыйных базах даных аб'ектна-арыентаваны падыход выкарыстоўваецца ў стварэнні інтэрфейсу карыстальніка і алгарытму прыкладання. У той жа час сістэма табліц фарміруецца ў рамках рэляцыйнай мадэлі даных.

У пашыраных аб'ектна-рэляцыйных базах даных аб'ектна-арыентаваны падыход выкарыстоўваецца перш за ўсё пры пабудове сістэмы табліц. Для гэтага распрацавана мадыфікацыя мовы SQL2, якая атрымала назву мовы праграмавання SQL3.

«Прамежкавай» мадэллю даных паміж рэляцыйнымі і аб'ектна-арыентаванымі базамі даных з'яўляецца аб'ектна-рэляцыйная мадэль (АРБД), з'яўленне якой выклікана дзвюма прычынамі:

– складанасцю пабудовы новай мадэлі даных «з ліста». Зручней гэта рабіць на аснове наяўных правяраных распрацовак;

– пераемнасцю з шырокаўжывальнымі рэляцыйнымі мадэлямі, якія нельга імгненна замяніць на аб'ектна-арыентаваныя БД.

Як адзначалася раней, адрозніваюць дзве разнавіднасці АРБД – гібрыдныя і пашыраныя.

У гібрыдных АРБД інтэрфейс карыстальніка і алгарытм прыкладання выкананы з улікам аб'ектна-арыентаванага падыходу, у той час як уласна БД з'яўляецца рэляцыйнай. Прыкладамі могуць службы СКБД Paradox і InterBase у рамках праграмага прадукта Delphi. У нейкім сэнсе гібрыднай можна лічыць СКБД Access пры выкарыстанні мовы праграмавання Visual Basic for Application (VBA).

У пашыраных (пострэляцыйных) АРБД прадугледжваецца аб'ектна-арыентаваная пабудова ўласнай базы даных шляхам выкарыстання вядомых і ўвядзення новых тыпаў даных, звязаных паміж сабой. Гэта сувязь часцей за ўсё ажыццяўляецца стварэннем метадаў з дапамогай трыгераў і захоўваемых працэдур. У пашыранай аб'ектна-рэляцыйнай мадэлі ў адрозненне ад рэляцыйнай мадэлі даных дапускаецца неатамарнасць даных у полі. У такіх палях можа размяшчацца іншая табліца або масіў. Да падобных СКБД адносяцца Informix Universal Server, Oracle 8, UniSQL. У такіх СКБД шырока выкарыстоўваецца мова SQL3.

Каб зразумець перспектывы развіцця АРБД, неабходна ацаніць іх перавагі і недахопы.

Да пераваг можна аднесці:

– адсутнасць вядомых недахопаў рэляцыйных БД;

– паўторнае выкарыстанне кампанентаў;

– выкарыстанне назапашаных ведаў па рэляцыйных БД.

Да недахопаў АРБД можна аднесці:

– ускладненне структуры БД і частковую страту простага агляду вынікаў, як у рэляцыйных БД;

– складанасць пабудовы абстрактных тыпаў даных і метадаў, якія злучаюць тыпы ў іерархію;

– менш шырокі набор тыпаў сувязей, вызначаных мовай праграмавання SQL, чым у аб'ектна-арыентаваных БД;

– менш прадуманы, адладжаны і стандартызаваны набор тыпаў даных, чым у ААБД.

1.5.3.2. Інфармацыйнае забеспячэнне АСК на аснове размеркаваных баз даных

Дагэтуль разглядаліся цэнтралізаваныя, лакальныя базы даных. У той жа час размеркаваныя базы даных (РБД) знаходзяць усё шырэйшае ўжыванне ў сувязі з масавым распаўсюджаннем «сеткавых» тэхналогій.

Тэорыя стварэння, выкарыстання і функцыянавання РБД мае свае асаблівасці ў параўнанні з цэнтралізаванымі БД.

Базы даных з'явіліся ў значнай меры вынікам развіцця АСК. Першапачаткова АСК будаваліся па цэнтралізаваным прынце: даныя з крыніц перадаваліся ў цэнтральны вылічальны цэнтр з суперЭВМ і там апрацоўваліся. З гэтай прычыны базы даных першапачаткова называліся банкамі даных.

Да канца 1980-х гадоў склаліся новыя ўмовы работы для БД: вялікія аб'ёмы інфармацыі з'явіліся ў шматлікіх месцах; крыніцай вялікай колькасці даных мог быць і цэнтр, але да гэтых даных патрабаваўся хуткі доступ з перыферыі (геаграфічна размеркаваная вытворчасць, якая працуе па адным графіку). Да таго ж даныя маглі запытвацца і цэнтрам, і былымі карыстальнікамі. З'явілася вялікая колькасць даных, якія павінны выкарыстоўвацца ў тэрміновых запытах.

Да пераваг РБД адносяцца:

- адпаведнасць структуры РБД структуры арганізацый;
- гнуткае ўзаемадзеянне лакальных БД;
- шырокія магчымасці цэнтралізацыі вузлоў;
- непасрэдны доступ да інфармацыі, паніжэнне кошту перадач (за кошт ушчыльнення і канцэнтрацыі даных);
- высокія сістэмныя характарыстыкі (малы час водзыву за кошт распаралельвання працэсаў, высокая надзейнасць);
- модульная рэалізацыя ўзаемадзеяння, пашырэнне апаратных сродкаў, магчымасць выкарыстання аб'ектна-арыентаванага падыходу ў праграмаванні;
- магчымасць размеркавання файлаў у адпаведнасці з іх актыўнасцю;
- незалежныя распрацоўкі лакальных БД праз стандартны інтэрфейс.

Разам з тым РБД валодаюць больш складанай структурай, што выклікае дадатковыя праблемы (лішкавасць, няўзгодненасць даных па часе, узгадненне працэсаў абнаўлення і запытаў, выкарыстанне тэлекамунацыйных рэсурсаў, улік працы дадаткова падключаных лака-

льных БД, стандартизацыя агульнага інтэрфейсу, ускладненне аховы даных) узгаднення працы элементаў.

Размеркаваная база даных (РБД) – сістэма лагічна інтэграваных і тэрытарыяльна размеркаваных БД, моўных, праграмных, тэхнічных і арганізацыйных сродкаў, прызначаных для стварэння, вядзення і апрацоўкі інфармацыі. Гэта азначае, што інфармацыя фізічна захоўваецца на розных камп’ютэрах, звязаных сеткай перадачы даных. Любы вузел (участак) можа выконваць прыкладанне і ўдзельнічаць у працы хаця б аднаго прыкладання.

Большасць патрабаванняў да РБД аналагічна патрабаванням да цэнтралізаваных БД, але іх рэалізацыя мае сваю, разгледжаную ніжэй спецыфіку. У прыватнасці, РБД маюць карысную лішкавасць.

Дадатковымі спецыфічнымі патрабаваннямі з’яўляюцца:

- доступ павінен быць калектыўным да любой галіны РБД з адпаведнай абаронай інфармацыі;
- падсхемы павінны быць вызначаны ў месцы засяроджвання алгарытмаў (прыкладанняў, працэсаў) карыстальніка;
- ступень цэнтралізацыі павінна быць разумнай;
- неабходны збор і апрацоўка інфармацыі аб эфектыўнасці функцыянавання РБД.

1.5.4. Матэматычнае і алгарытмічнае забеспячэнне АСК

1.5.4.1. Матэматычнае забеспячэнне АСК

Шмат спецыялістаў рознага профілю задзейнічана ў разліках і складанні дакументаў для эфектыўнага кіравання прадпрыемствам. Разгледзім напрамкі матэматычнай фармалізацыі гэтай дзейнасці. Дзейнасць прадпрыемства патрабуе пастаянна ўлічваць стан рынку на аснове добрага ведання патрэбнасцей пакупнікоў прадукцыі, ацэнкі ўліку магчымых змен у будучым.

Маркетынг, як від дзейнасці, мае наступнае прызначэнне:

- поўнае выяўленне патрэбнасцей пакупнікоў;
- распрацоўку і вытворчасць такой прадукцыі, якая неабходна пакупніку;
- вызначэнне цэн, якія задавальняюць пакупнікоў і забяспечваюць неабходны прыбытак вытворцу прадукцыі;
- дастаўку прадукцыі ў патрэбным аб’ёме ў вызначаны час і месца прызначэння;
- стварэнне прыемнага вобразу прадукцыі праз рэкламу і формы стымулявання продажу;

– арганізацыя сэрвіснага абслугоўвання.

З улікам адзначанага, спецыялісты па маркетынгу вырашаюць самыя розныя задачы, сярод якіх можна вызначыць наступныя:

– абгрунтаванне мэтазгоднасці выхаду з адпаведным таварам на асобныя геаграфічныя рынкі;

– вызначэнне мэтавых сегментаў на выбраных рынках;

– мадэляванне паводзін пакупнікоў на мэтавых сегментах рынка;

– абгрунтаванне таварнай, цэнавай і камунікатыўнай палітыкі;

– забеспячэнне каардынацыі дзейнасці функцыянальных службаў прадпрыемства ў распрацоўцы і рэалізацыі маркетынгавай стратэгіі.

Матэматычнае забеспячэнне пералічаных задач уключае статыстычныя метады з выкарыстаннем тэорыі інверснасці, тэорыі масавага абслугоўвання экспертных ацэнак, а таксама метады кіравання. Так, патрэбнасць рынка у прадукцыі звычайна апісваецца нармальным законам размеркавання.

Даволі часта пры гэтым мы сутыкаемся з недакладнай інфармацыяй, недакладнымі лічбавымі значэннямі пераменных. Гэта патрабуе выкарыстоўваць інтэрвалы даверу для пераменных функцый прыналежнасці, недакладную логіку заключэнняў і тэорыю магчымасцей.

Што датычыцца палітыкі кошту, то можна скарыстаць канцэпцыю кіравання па мэтавым сабекошце, напрыклад, на аснове сістэмы «таргет – косцінг», якая заснавана на ўмове

$$C = Ц - П,$$

дзе C – сабекошт адзінкі прадукцыі; $Ц$ – цана, прапанаваная маркетологамі; $П$ – прыбытак.

Напрыклад, цана тавара 1000 руб. за адзінку. Норма прыбытку 10%. Падатак на дабаўлены кошт

$$1000 \cdot 18\% / 118\% = 152,5 \text{ руб.}$$

Адзіночны падатак з выручкі

$$(1000 - 152,5) \cdot 3\% / 100\% = 25,4 \text{ руб.}$$

Прыбытак на адзінку прадукцыі будзе складаць

$$100 - (152,5 + 25,4) \cdot 10\% / 100\% = 82,2 \text{ руб.}$$

Пасля гэтага знойдем мэтавы сабекошт

$$1000 - (152,5 + 25,4 + 82,2) = 739,9 \text{ руб.}$$

Можна ўзмацніць пастаўленую задачу, калі патрабаваць атрымання максімальнага прыбытку ад вытворчасці N розных вырабаў без абмежавання на магучнасць вытворчасці.

$$\bar{I}_N = \sum_{j=1}^N \bar{I}_j q_j,$$

дзе q_j – колькасць адзінак прадукцыі j -й партыі.

Сабекошт вытворчасці партыі j -й прадукцыі

$$g_j(q_j) = (a_j + b_j + c_j) q_j + K_j,$$

дзе a_j – кошт зыходных матэрыялаў на адзінку j -га вырабу; b_j – кошт машынай вытворчасці адзінкі j -га вырабу; c_j – кошт рабочай сілы для вытворчасці адзінкі j -га вырабу; K_j – фіксаваныя страты, якія не залежаць ад аб'ёму вытворчасці ад j -га вырабу.

Поўны кошт прадукцыі адпавядае ўмове

$$\sum_{j=1}^N g_j(q_j) \leq X,$$

дзе X – капітал, які маем для вытворчасці.

Абазначым праз $f_N(X)$ – максімальны прыбытак і запішам

$$f_N(X) = \max_{q_j} \bar{I}_N.$$

Калі збіраемся выпусціць адзін тып вырабу, то максімальны прыбытак запішам у выглядзе

$$f_1(X) = \max_{q_1} (\bar{I}_1 q_1).$$

Улічваючы, што

$$X = (a_1 + b_1 + c_1)q_1 + K_1,$$

маем

$$q_1 = \frac{X - K_1}{a_1 + b_1 + c_1}.$$

Калі пачатковы капітал X большы за фіксаваныя страты, то атрымаем максімальны прыбытак

$$f_1(x) = \frac{\bar{I}_1(X - K_1)}{a_1 + b_1 + c_1}.$$

Калі вырабляем два тыпы вырабаў, то максімальны прыбытак роўны

$$\begin{aligned} f_2(X) &= \max_{q_1, q_2} (\Pi_2 q_2 + \Pi_1 q_1) = \\ &= \max_{\substack{q_2 \geq 0 \\ g_2(q_2) < X}} \left\{ \Pi_2 q_2 + \Pi_1 \left[\frac{X - g_2(q_2) - K_1}{a_1 + b_1 + c_1} \right] \right\} = \max_{\substack{q_2 \geq 0 \\ g_2 \leq X}} \left\{ \Pi_2 q_2 + f_1[X - g_2(q_2)] \right\}, \end{aligned}$$

дзе $f_1(X - g_2(q_2)) = \mathbb{I}_1 \left[\frac{X - g_2(q_2) - K_1}{a_1 + b_1 + c_1} \right]$.

Пры $N = 3$ прадпрыемства атрымае максімальны прыбытак

$$f_3(X) = \max_{\{q_j\}} \{ \mathbb{I}_3 q_3 + \mathbb{I}_2 q_2 + \mathbb{I}_1 q_1 \}.$$

З умовы задачы запішам

$$(a_1 + b_1 + c_1)q_1 + K_1 + g_2(q_2) + g_3(q_3) = X,$$

адкуль $q_1 = \frac{X - g_2(q_2) - g_3(q_3) - K_1}{a_1 + b_1 + c_1}$.

Перапішам $f_3(X)$ з улікам q_1

$$\begin{aligned} f_3(X) &= \max_{q_2, q_3} \left\{ \Pi_3 q_3 + \Pi_2 q_2 + \Pi_1 \frac{X - g_2(q_2) - g_3(q_3) - K_1}{a_1 + b_1 + c_1} \right\} = \\ &= \max_{q_2, q_3} \left\{ \Pi_3 q_3 + \Pi_2 q_2 + f_1[X - g_2(q_2) - g_3(q_3)] \right\}. \end{aligned}$$

Выкарыстоўваючы рэкурэнтныя суадносіны для $N = 2$, перапішам $f_3(X)$ у выглядзе

$$f_3(X) = \max_{\substack{q_3 \geq 0 \\ g_3(q_3) \leq X}} \{ \mathbb{I}_3 q_3 + f_2[X - g_3(q_3)] \}.$$

Па аналогіі запішам агульнае ўраўненне для разліку, якое можна скарыстаць для разліку аптымальнай палітыкі кіравання вытворчасцю N вырабаў

$$f_N(X) = \max_{\substack{q_N \geq 0 \\ g_N(q_N) \leq X}} \{ \mathbb{I}_N q_N + f_{N-1}[X - g_N(q_N)] \}.$$

Магчыма ўлічыць імавернасць прыбытку, напрыклад, прыбытак Π_i з імавернасцю P_i роўны \mathbb{I}_i^+ , з імавернасцю $1 - P_i$ роўны \mathbb{I}_i^- . Тады раней атрыманае ўраўненне перапішам у выглядзе

$$f_N(X) = \max_{\substack{q_N \geq 0 \\ g_N(q_N) \leq X}} \left\{ P_N \mathbb{I}_N^+ q_N + (1 - P_N) \mathbb{I}_N^- q_N + f_{N-1}[X - g_N(q_N)] \right\}.$$

Тэхніка-эканамічнае планаванне прызначана для складання плана на значны перыяд часу (звычайна на год). Сюды ўваходзяць разлікі: плана вытворчасці, вытворчых магутнасцей, плана рэалізацыі, колькасці асноўных рабочых, фонду зароботнай платы, патрэбы ў ма-

тэрыялах, сабекошту, амартызацыйных адлікаў, аптовых цэн плана па прыбытку і рэнтабельнасці. Традыцыйна, гэтыя разлікі зводзяцца да самых простых алгебраічных дзеянняў. Напрыклад, пры разліку плана вытворчасці ў грашовым выглядзе ў якасці ўваходных велічынь выступаюць: аб'ём прадукцыі ў наменклатуры па плане, цана аптовая нязменная і дзеючая, цана рознічная, нарматыў чыстай прадукцыі. У выніку разліку атрымоўваюць выхадныя пераменныя: аб'ёмы таварнай, валавой, чыстай і ў рознічных цэнах прадукцыі.

З другога боку, магчыма выканаць некаторыя разлікі на аснове аптымізацыйных мадэлей. У якасці прыкладу такой мадэлі разгледзім задачу максімуму рэнтабельнасці вытворчасці.

У агульным выглядзе разлік гэтага паказчыка можна запісаць як

$$R = \frac{\Phi_{\text{ст}}}{\Phi_{\text{б}} + \Phi_{\text{ац}}} 100\%,$$

дзе $\Phi_{\text{б}}$ – балансавы прыбытак, руб; $\Phi_{\text{ст}}$ – сярэднегадовы кошт асноўных вытворчых фондаў, руб; $\Phi_{\text{ац}}$ – нарматыў абаротных сродкаў, руб.

Мадэль аптымізацыі вытворчай праграмы павінна адпавядаць умовам знешняга асяроддзя, рэсурсам вытворчасці і мэце прадпрыемства. Першая ўмова можа быць улічана з дапамогай абмежаванняў на попыт розных відаў прадукцыі, калі разлічваць верхнюю і ніжнюю мяжу кошту прадукцыі.

Другая ўмова забяспечаеца шляхам уліку абмежавання на максімальны аб'ём задзейнічаных вытворчых рэсурсаў. Трэцяй умове адпавядае максімізацыя рэнтабельнасці з вызначанымі ўмовамі. Запішам

$$\begin{aligned} R &\rightarrow \max; \\ \frac{R_i - R_i^{\min}}{R_i^{\max} - R_i^{\min}} &\geq z_i, \quad i = \overline{1, I}; \\ R_j &= \frac{\sum_{j=1}^J (p_j - c_j)x_j - H_{\text{ош}}}{\hat{O}_{\text{нб}} + \hat{O}_{\text{аа}}}, \quad j = \overline{1, J}; \\ X_j &\leq \min[d_j, y_j]; \\ y_j^{\min} &\leq y_j \leq y_j^{\max}; \\ P_j^{\min} &\leq P_j \leq P_j^{\max}, \end{aligned}$$

дзе R_i – рэнтабельнасць вытворчасці i -га варыянта; z_i – паказчык, які адлюстроўвае ступень дасягнення пастаўленай мэты пры рэалізацыі i -га

варьянта; I – колькасць варьянтаў паляпшэння структуры выпускаемай прадукцыі; R_i^{\min} – мінімум рэнтабельнасці прадпрыемства i -га варьянта; R_i^{\max} – максімум рэнтабельнасці прадпрыемства i -га варьянта; P_i – адпуская цана на j -ю прадукцыю; P_j^{\min} , P_j^{\max} – ніжняя і верхняя мяжа адпусканай цаны j -й прадукцыі адпаведна; c_j – сабекошт j -прадукцыі; X_j – колькасць зробленай j -й прадукцыі; d_j – патрэбы на j -ю прадукцыю (вызначаецца на аснове маркетынговых даследаванняў), y_j – колькасць сыравіны і матэрыялаў, неабходных для вытворчасці j -й прадукцыі; y_j^{\min} і y_j^{\max} – адпаведна мінімальны выпуск j -й прадукцыі, неабходны для пакрыцця пункту бяспратнасці, і максімальны дапушчальны выпуск j -й прадукцыі.

Ніжняю і верхнюю мяжу цэн можна разлічыць наступным чынам.

Ніжняя мяжа цаны ($\Pi_{н.л.}$) адпавядае такому значэнню, пры якім мэтазгодная вытворчасць прадукцыі:

$$\Pi_{н.л.} = C_{\phi} + \Pi_{\phi} + \sum N_{ускос},$$

дзе C_{ϕ} – фактычны сабекошт адзінкі вырабу, руб; Π_{ϕ} – балансавы прыбытак на выраб, руб; $\sum N_{ускос}$ – ускосныя падаткі і адлічэнні, якія прыходзяцца на адзінку вырабу, руб.

Верхняя мяжа цаны $\Pi_{в.м.}$ можа быць разлічана на аснове адной з формул

$$\Pi_{в.м.}^{(1)} = \left[\Pi_1 \frac{B_2(1/T_1) + E_k}{B_1(1/T_1) + E_k} + \frac{(B_2/B_1)Z_1 - Z_2}{(1/T_2) + E_k} \right] \cdot \prod_{i=1}^n f_i \text{ ці}$$

$$\Pi_{в.м.}^{(2)} = \left[\Pi_1 \frac{B_2(1/T_1) + E_k}{B_1(1/T_1) + E_k} + \frac{(B_2/B_1)Z_1 - Z_2}{(1/T_2) + E_k} \right] + \sum_{i=1}^n \Delta \Pi_i,$$

дзе Π_1 – цана базавага вырабу, руб; B_1 , B_2 – гадавыя аб'ёмы работ (паслуг), якія ствараюцца з дапамогай базавага і новага вырабу адпаведна, у натуральных велічынях; T_1 , T_2 – працягласць эксплуатацыі базавага і новага вырабу адпаведна, год; E_k – стаўка платы за крэдыт; Z_1 , Z_2 – гадавыя страты на эксплуатацыю пры выкарыстанні базавага і новага вырабу адпаведна, руб; f_i – каэфіцыент, які ўлічвае ўздзеянне i -й спажывецкай характарыстыкі (якая не ўлічвалася раней) на спажывецкую вартасць тавару; n – колькасць спажывецкіх характарыстык (не ўлічаных раней), якія ўплываюць на спажывецкую вартасць тавару; $\Delta \Pi_i$ – змяненне спажывецкай вартасці новага тавару ў параўнанні з базавым вырабам у выніку змены i -й спажывецкай характарыстыкі.

Работа службаў па матэрыяльна-тэхнічным забеспячэнні і збыцце падпарадкоўваецца практычна аднолькавым законам.

Часцей за ўсе разглядаецца задача аптымальных запасаў і фарміравання законаў паставак матэрыялаў. Гэта задача адносіцца да сферы плануемых работ і ўключае наступныя падзадачы: планаванне матэрыялаў і камплектуючых на вытворчую праграму; складанне лімітна-заборных ведамасцей паступлення матэрыялаў; расклад падачы матэрыялаў на вытворчыя службы прадпрыемства; планаванне матэрыялаў на рамонт абсталявання; планаванне паліва і энергетычных рэсурсаў; акрамя гэтага, аператыўны ўлік руху матэрыялаў, камплектуючых, аналіз расходу матэрыяльна-тэхнічных складнікаў на прадпрыемстве.

Разгледзім задачу разліку аптымальнай партыі паставак.

Прымем, што перыяд пастаўкі T пастаянны, а тэмп паставак $P(t) = \infty$. Няхай Ц_3 – цана за захоўванне адзінкі тавару на складзе за адзінку часу; $r(t)$ – тэмп спажывання матэрыялу; $\text{С}_{пз}$ – страты на падрыхтоўча-заклучныя работы для адной партыі матэрыялу; V – аб'ём партыі пастаўкі; $0,5V$ – сярэдняе значэнне запасу на складзе; С_3 – страты на захоўванне; С – агульныя страты.

З улікам прынятых абазначэнняў страты ў адзінку часу роўныя

$$\text{С} = \text{С}_{пз} / T + 0,5\text{Ц}_3V.$$

Улічваючы, што $V = rT$, атрымаем

$$\text{С} = \text{С}_{пз} r / V + 0,5\text{Ц}_3V.$$

Мінімізуем гэты выраз з дапамогай пераменнай V .

Атрымаўшы вытворную па V і прыраўняўшы яе да нуля, знойдзем аптымальны памер партыі $V_{\text{опт}}$

$$V_{\text{опт}} = (2\text{С}_{пз} r / \text{Ц}_3)^{0,5}.$$

1.5.4.2. Структура і змест інфармацыйнага забеспячэння маркетынгу

Маркетынгавыя даследаванні і мерапрыемствы з'яўляюцца інфармацыйнымі. Яны заснаваны на інфармацыі. Ствараючы новыя інфармацыйныя патрэбнасці, маркетынг не можа эфектыўна працаваць без выкарыстання камп'ютэрных тэхналогій, развітой інфармацыйнай базы. Асноўнае прызначэнне маркетынгавай інфармацыі – выключэнне няпэўнасці ў працэсе прыняцця рашэнняў.

Маркетынгавая інфармацыя дзеліцца на знешнюю і ўнутраную. Сістэма знешняй інфармацыі аб'ядноўвае звесткі пра стан знешняга

асяроддзя прадпрыемства, рынку, аб паводзінах пастаўшчыкоў і пакупнікоў. Сістэма ўнутранай інфармацыі ўключае сукупнасць даных у форме ўлікова-статыстычнай справаздачы і аператыўнай інфармацыі. Даня знешняга асяроддзя, у адрозненне ад даных унутранага, больш стабільныя.

Асноўнай крыніцай маркетынгавай інфармацыі, на аснове якой прымаюцца кіруючыя рашэнні, з'яўляюцца даня знешняга асяроддзя.

Па прызначэнні маркетынгавую інфармацыю дзеляць на даведачную, рэкамендацыйную, нарматыўную, сігнальную і кіруючую. Даведачная інфармацыя ўключае даведачныя звесткі аб прадпрыемствах, тэхнічна-эксплуатацыйных характарыстыках прадукцыі, тарыфах і г. д.

Рэкамендацыйная інфармацыя ўтрымлівае прагноз продажу, прыярытэтаў выбару рынкаў, агентаў, пасрэднікаў, фірм-пастаўшчыкоў матэрыялаў і інш.

Нарматыўная інфармацыя ўключае нормы і нарматывы розных элементаў вытворчасці, а таксама нарматыўныя заканадаўчыя акты. Сігнальная інфармацыя ўзнікае пры адхіленні фактычных паводзін маркетынгавага асяроддзя ад запланаваных.

Кіруючая інфармацыя адлюстроўвае адпаведныя мерапрыемствы для ліквідацыі адхіленняў маркетынгавага асяроддзя ад запланаванага стану.

Інфармацыйнае забеспячэнне ўтрымлівае веды аб трох частках маркетынгавага асяроддзя: рынку тавараў і паслуг; вытворчасці тавараў і паслуг; знешнім асяроддзі, якое звязана з вытворчасцю і рынкам збыту. Крыніцай інфармацыі аб рынку тавараў і паслуг могуць быць тэматычныя і статыстычныя зборнікі, рэкламныя праспекты, матэрыялы выстаў і семінараў, перыядычныя выданні галіновага, і міждзяржаўнага характару і іншыя аглядныя матэрыялы. Гэтая інфармацыя з'яўляецца дамінуючай адносна дзвюх другіх частак і вызначае накіраванасць усяго маркетынгавага аналізу, аналізу ёмістасці рынку, (яго падзел на сегменты), цэнафарміравання, а таксама найбольш важкія ўласцівасці тавару, дзейнасці канкурэнтаў, стымулявання продажу і г. д. Пры аналізе інфармацыйнага забеспячэння выдзяляюць структурныя адзінкі інфармацыі.

Выдзяляюць простыя і складаныя інфармацыйныя сукупнасці. Простыя не паддаюцца больш дробнаму дзяленню. Мінімальнай інфармацыйнай адзінкай з'яўляюцца рэквізіты, якія складаюцца з лічбаў і літар. Кожны рэквізіт мае форму і змест.

Форма – гэта назва рэквізіту, а змест адлюстроўвае пэўнае прызначэнне рэквізіту. У аўтаматызаванай інфармацыйнай сістэме выдзя-

ленне рэквізіту неабходна для вызначэння аб'ёмаў інфармацыі, арганізацыі яе ўводу ў машыну, фарміравання базы даных.

Сукупнаць аднаго рэквізіту, асновы і злучаных з ім рэквізітаў-прыкмет, стварае паказчык. Напрыклад, «кабель 500 м» складаецца з асновы 500 і двух прыкмет – «кабель» і «м».

Сукупнасць паказчыкаў дакумента адпавядае інфармацыйнай даведцы (запісу).

Група аднародных дакументаў, аб'яднаных па агульнай прыкмеце, уяўляе сабой масіў (файл). Звычайна пры рашэнні маркетынгававай задачы выкарыстоўваецца некалькі файлаў.

Сукупнасць інфармацыйных файлаў стварае інфармацыйны паток.

Рашэнне маркетынговых задач завяршаецца складаннем на ЭВМ графікаў, звадак, табліц, ведамасцей, у якіх інфармацыя згрупавана па ключавых рэквізітных прыкметах.

1.5.4.3. Інструментальная падтрымка маркетынгававай дзейнасці

Для стварэння ўласных праграмных прыкладанняў у асяроддзі архітэктуры «кліент-сервер» можа функцыянаваць сістэма Oracle Express Objects, якая дазваляе маркетологам праводзіць аналіз пры выкананні сваіх службовых абавязкаў. Гэта сістэма дае магчымасць графічнага мадэлявання і аналізу тыпу «што – калі» на аснове традыцыйных сістэм Oracle Objects, якія працуюць у асяроддзі Windows.

На аснове табліц і графікаў можна выявіць запасы тавараў, вызначыць ваганні аб'ёмаў, папярэдзіць менеджэраў аб выніках аналізу.

Праграмны прадукт Oracle Sales Analyzer шырока выкарыстоўваецца для аналізу продажу і маркетынгу. Ён дазваляе выканаць аналіз аб'ёмаў продажу маркетынговых кампаній, прыбытковасці прадукцыі ці заказчыка, жыццёвага цыклу прадукту і эфектыўнасці руху тавару.

Oracle Sales Analyzer спрашчвае ацэнку доляў рынку, фарміраванне справаздач аб размеркаванні месцаў, выкананым аналізе і разліках.

Гэта дазваляе вызначыць:

- хто хутчэй за ўсё купіць прадукт, які і калі;
- чаму доля рынку на адных кірунках падае, а на астатніх не;
- хто з заказчыкаў пэўнага віду прадукцыі з'яўляецца найбольш прыбытковым;
- як адаб'ецца выпуск новага прадукту на збыце існуючага асартыменту;
- якая цэнавая палітыка можа лічыцца лепшай: максімізацыя прыбытку ці спаборніцтва з цэнамі канкурэнта.

Разам з традыцыйнымі пакетамі тэхнічнага аналізу (напрыклад, пакетам MetaStock for Windows) вялікую дапамогу для якаснай апрацоўкі даных можа аказаць нейрапакет Brain Maker. Гэты пакет з'яўляецца самым прадаваемым у сваім класе.

Метад, пакладзены ў аснову стварэння нейрасістэм, заснаваны на тым, што большасць разглядаемых з'яў непарыўна змяняецца з цягам часу, і гэтыя змены можна апісаць у катэгорыях «больш-менш», «лепш-горш» і г. д.

Акрамя адзначаных праграмных прадуктаў існуюць прадукты, створаныя ў Расіі. Адным з такіх з'яўляецца праграма «Алімп: Маркетынг».

Праграма працуе ў асяроддзі Windows сумесна з праграмай Excel. Увод даных і вывад вынікаў ажыццяўляецца ў Excel-табліцах. Вынікі разлікаў на ўсіх этапах маюць графічную падтрымку.

Наладка праграмы на патрабаванні карыстальніка выконваецца ўсталяванымі ў яе сродкамі. З іх дапамогай можна сфарміраваць і адрэдагаваць даведнікі тавараў, пакупнікоў, уліковых адзнак, прыкмет сегментавання, наменклатуру пераменных і пастаянных страт, параметраў тавару і г. д.

Меню праграмы ўключае наступныя пункты: «Аналіз рынку», «Распрацоўка тавару», «Вызначэнне кошту», «Аналіз збыту», «Кантроль маркетынгу».

Аналіз ажыццяўляецца на аснове месячных, квартальных і гадавых даных, якія атрымоўваюцца шляхам спіскання існуючых у БД звестак за больш дробны крок назірання ці непасрэдна з дапамогай карыстальніка.

Разгледзім больш падрабязна асобныя складнікі меню.

Так, рэжым «Аналіз рынку» уключае сегментаванне рынку, адбор мэтавых сегментаў рынку і пазіцыянаванне тавараў на рынку.

У праграме існуе базавы набор прыкмет сегментацыі, які можа мяняць карыстальнік. Прыкметы сегментавання групуюцца па наступных фактарах: вытворчы, псіхаграфічны, фактар паводзін, дэмаграфічны. Асаблівае месца займае вытворчая прыкмета, якая адлюстроўвае вытворчыя магчымасці прадпрыемства (фірмы). Яе значэнне па кожным сегментаваным тавары ўводзіцца ў бальным значэнні, якое адлюстроўвае: вопыт вытворчасці тавару, час укаранення, матэрыяльныя страты; тэхнічную забяспечанасць; неабходнасць рэарганізацыі вытворчасці; адпаведнасць кваліфікацыі персаналу.

Пры фарміраванні даведнікаў сегментавання выкарыстоўваецца сістэма: «Фактар (прынцып)» – «Прыкмета» – «Стан». Кожны сегмент уключае карыстальнікаў, якія аднолькава рэагуюць на адзін і той жа стымул маркетынгу.

Прыярытэтнасць сегментаў адзначана лічбавым знакам (звычайна ад 0 да 10). Значэнне індэкса сегмента вызначаецца шляхам перамнажэння вызначаных лічбавых ваг усіх прыкмет. Вынікам рашэння задачы адбору мэтавых сегментаў рынку з'яўляецца ацэнка віда канкурэнцыі (I_n) і неабходныя для яе фарміравання разліковыя паказчыкі долі кожнага ўдзельніка (a_i) у каштарысным ці натуральным выражэнні, а таксама лічбавыя значэнні індэкса рынку. На аснове лічбавых значэнняў аб'ёмаў продажу i -га канкурэнта разлічваюць долю рынку кожнага вытворцы. Від канкурэнцыі ці характарыстыка кан'юнктуры рынку вызначаецца для кожнага сегмента зыходзячы з разліку індэкса Хэрфіндала

$$I_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2, \quad 0 \leq \alpha_i \leq 1,$$

дзе α_i – доля на рынку i -га канкурэнта.

Інтэрпрэтацыя колькасных значэнняў гэтага індэкса выконваецца па наступнай схеме:

(0 – 0,2) – чыстая канкурэнцыя (мноства дробных прадаўцоў),

(0,2 – 0,4) – манапалістычная канкурэнцыя (мноства прадаўцоў, якія працуюць у шырокім дыяпазоне кошту);

(0,4 – 1,0) – алігапалістычная канкурэнцыя (невялікая колькасць прадаўцоў, якія добра адчуваюць змены кошту).

Для пазіцыянавання тавару вызначаюцца думкі пакупнікоў ці экспертаў па асноўных характарыстыках тавару вытворцы і канкурэнтаў.

Для рэалізацыі задачы пазіцыянавання тавару прадугледжана фарміраванне трох табліц:

– характарыстыка эталоннага ўзроўню тавару з боку экспертаў;

– ацэнка важнасці тавару;

– ацэнка тавараў экспертамі ў натуральным выражэнні.

Рэжым «Распрацоўка тавару». На аснове фактычных даных аб аб'ёме патрэбнасці ў некаторы мінулы перыяд можна выявіць заканамернасць развіцця і атрымаць прагнозныя адзнакі. Тэндэнцыя патрэбнасці адлюстроўваецца функцыяй X_t аднаго з наступных відаў:

$$X_t = a; \quad X_t = a + bt; \quad X_t = a + bt + ct^2; \quad X_t = e^{a+bt};$$

дзе t – дыскрэтны час.

Каэфіцыенты a , b , c вызначаюцца метадам найменшых квадратаў.

Выбар мадэлі ажыццяўляецца на аснове крытэрыю даверу, які ўлічвае адэкватнасці мадэлі на аснове крытэрыю Дарбіна – Уотсана. Добрым лічбыца каэфіцыент даверу > 70 . Прагназаванне патрэбнасці абапіраецца не толькі на крывыя росту, але і на адаптыўныя мадэлі,

якія ўлічваюць сезоннасць тавару (мадэль Хольта, мадэль Хольта – Уінтэра). У мультыплікатыўнай сезоннай мадэлі Хольта – Уінтэра значэнні лінейнай мадэлі карэктуюцца. Прагноз на k крокаў наперад будзецца па формуле

$$X_t(k) = (a_{1,t} + a_{2,t} k)g_{t-s+1},$$

а мадэфікацыя параметраў ажыццяўляецца на аснове наступных суадносін:

$$a_{1,t} = a_1(x_t / g_{t-s}) + (1 - a_1)(a_{1,t-1} + a_{2,t-1}),$$

$$a_{2,t} = a_3(a_{1,t} - a_{1,t-1}) + (1 - a_3)a_{2,t-1},$$

$$g_t = a_2(x_t / g_{t-s}) + (1 - a_2)(a_{1,t-1} + a_{2,t-1}),$$

дзе g – набор сезонных каэфіцыентаў, колькасць якіх s ; s – перыяд сезоннага цыкла (1 пры гадавых, 4 пры квартальных і 12 пры месячных даных).

Пачатковыя значэнні параметраў мадэлі бяруцца з даных першага каляндарнага года. Для выяўлення тэндэнцыі развіцця стабільнага працэсу карыстаюцца звычайна крывымі росту.

Разглядаемая праграма здольна разлічваць усе адзначаныя мадэлі і выбіраць лепшую на аснове крытэрыю даверу.

Дакладнасць інтэрвальных прагнозаў на аснове сезонных мадэлей магчыма пры карыстанні данымі за два і больш каляндарных гады.

Рэжым «Вызначэнне цаны (каштарыса)». Першыя два пункты гэтага меню («Варыянтныя разлікі прыбытку» і «Маржынальнага прыбытку») накіраваны на вызначэнне шляхам варыянтных разлікаў аптымальных суадносін цана – колькасць тавару пры максімізацыі атрымоўваемага прыбытку. Трэці пункт меню служыць для ацэнкі эластычнасці попыту на тавары.

Пункт «Страты і прыбытковасць прадуктаў» дазваляе размеркаваць пастаянныя страты на тавары і вызначыць суадносіны паміж таварамі. Пункт «Разлік цаны» прызначаны для вызначэння базавага кошту тавару, працэнтаў нацэнак і скідак з выкарыстаннем розных метадаў цэнафарміравання.

Значэнне паказчыкаў «колькасць тавару» і «кошт» (за адзінку тавару) уводзяцца толькі для першага варыянта. Далей гэтыя паказчыкі разлічваюцца шляхам дадання (для «колькасць тавару») і адымання (для «кошт») з зададзенымі значэннямі змены колькасці тавару і кошту.

Велічыня «Выручка ад рэалізацыі» знаходзіцца перамяжэннем кожны раз колькасці тавару на кошт.

На кожным (i) кроку змены колькасці тавару і кошту знаходзіцца прырашчэнне выручкі ($\text{Выручка}(i) - \text{Выручка}(i - 1) = \Delta B(i)$). Пасля ўводу (i) значэнняў сумарных страт знаходзіцца велічыня прырашчэння страт

$$[\text{Страты}(i) - \text{Страты}(i - 1)] = \Delta C(i).$$

Найбольшы прыбытак забяспечвае такі аб'ём выпуску і кошт, пры якім $\Delta C(i)$ максімальна набліжана да $\Delta B(i)$.

Варыянт разліку маржынальнага прыбытку выкарыстоўваецца для падбору цаны і колькасці тавару пры максімізацыі маржынальнага прыбытку шляхам задання пераменных страт на адзінку тавару. Маржынальны прыбытак на адзінку вырабу ўяўляе сабой розніцу паміж паступленнямі ад яго рэалізацыі (коштам) і пераменнымі стратамі. Такую інфармацыю звычайна атрымаць лягчэй, чым аб'ём сумарных страт, неабходных для правядзення разлікаў, якія апісаны вышэй. Хоць рэальны (чысты) прыбытак пачынае паступаць толькі пасля вяртання ўсіх пастаянных страт, выкарыстанне маржынальнага прыбытку для чалавека, які прымае рашэнні, блізка падыходзіць да рэальнасці.

Новыя варыянты мадэлявання можна атрымаць, змяняючы значэнні «Пераменныя страты на адзінку тавару», «Кошт», «Колькасць».

Ацэнка эластычнасці попыту канкрэтнага віду тавару дазваляе атрымаць адказ на пытанне: «Наколькі зменіцца аб'ём попыту пры змяненні кошту?».

Эластычнасць попыту вызначаецца як адносіны змянення попыту да змянення кошту. Змяненне кошту (K) вызначаецца як

$$C_{\hat{e}} = \frac{(\hat{E}_{i+1} - \hat{E}_i)100}{(\hat{E}_{i+1} - \hat{E}_i) / 2},$$

а змяненне попыту як

$$C_{\hat{q}} = \frac{(\hat{E}_{i+1} - \hat{E}_i)100}{(\hat{E}_{i+1} - \hat{E}_i) / 2},$$

дзе K_{i+1} , K_i – колькасць тавару для $(i+1)$ і (i) варыянтаў адпаведна.

Эластычнасць попыту вызначаецца па формуле

$$\mathcal{E}_\pi = \mathcal{Z}_\pi / \mathcal{Z}_K.$$

Пры $\mathcal{E}_\pi > 1$ змяненне кошту на 1% дае больш за адзін працэнт змянення аб'ёму збыту. Паніжэнне кошту выклікае такі рост попыту, што агульная выручка вырасце. Калі велічыня $\mathcal{E}_\pi = 1$, то кожны працэнт змянення кошту прыносіць 1% змены аб'ёму попыту. Калі велічыня $\mathcal{E}_\pi < 1$, то паніжэнне кошту прыводзіць да памяншэння прыбытку.

Падменю «Разлік кошту» дазваляе з дапамогай гэтай праграмы знаходзіць базавы кошт пяццю рознымі метадамі.

Метад «поўных страт» заснаваны на дабаўленні некаторай велічыні, якая адпавядае норме прыбытку, да поўнай сумы страт. Калі за аснову бярэцца вытворчы сабекошт, то надбаўка абавязана пакрыць страты на рэалізацыю, працэнты па крэдыту, падаткі і забяспечыць прыбытак.

Пры выкарыстанні метаду «маржынальных страт» да пераменных страт на адзінку прадукцыі дадаецца сума, якая пакрывае страты і забяспечвае дастатковую норму прыбытку.

Метад «рэнтабельнасці інвестыцый» заключаецца ў тым, што праект (рэалізацыя тавару) абавязаны забяспечыць рэнтабельнасць не ніжэйшую за кошт пазыкавых сродкаў. Да сумарных затрат на адзінку прадукцыі дадаецца сума працэнтаў за крэдыт.

Метад «удзельнага кошту» прымяняецца для вызначэння кошту на мадыфікаваны тавар, для якога існуе аналагічны базісны тавар. Ён заснаваны на вызначэнні кошту тавару на аснове разліку кошту адзінкі асноўнага параметра якасці тавару і суадносін яго з характарыстыкай аналізуемага тавару.

У формулах для разліку выкарыстоўваюцца наступныя абазначэнні: K – колькасць тавару; n – колькасць відаў пастаянных страт; m – колькасць відаў пераменных страт; p_i – значэнне i -га віду пастаянных страт; q_i – значэнне пераменных страт i -га віду на адзінку прадукцыі.

Пры выкарыстанні метаду маржынальных страт кошт тавару (C) вызначаецца наступным чынам:

$$C = \sum_{i=1}^m q_i + V.$$

Валавая маржа (V) вызначаецца так:

$$V = \sum_{i=1}^m p_i \cdot K + R,$$

дзе R – планавы прыбытак.

Удзельная валавая маржа на адзінку тавару (V') разлічваецца як

$$V' = V / K.$$

Пры выкарыстанні метаду рэнтабельнасці інвестыцый кошт вызначаецца як

$$C = S + M,$$

дзе S – сабекошт вырабу; M – мінімальны прыбытак.

Велічыня сабекошту разлічваецца па формуле

$$S = \sum_{i=1}^n p_i + \sum_{j=1}^m q_j,$$

а мінімальны прыбытак як

$$M = z \cdot z' / K,$$

дзе z – сума крэдыту; z' – працэнтная стаўка крэдыту.

Пры выкарыстанні метаду поўных страт кошт вызначаецца наступным чынам:

$$C = S^p + \Pi,$$

$$\Pi = S^p s' / 100 \%,$$

дзе S^p – поўныя сумарныя страты на адзінку вырабу; Π – чысты прыбытак, s' – працэнт рэнтабельнасці да поўнага сабекошту.

$$S^p = \sum_{i=1}^n p_i + \sum_{j=1}^m q_j + Z \cdot z' + J,$$

дзе J – сума ўскосных падаткаў і плацяжоў (НДС).

Працэнт нацэнкі на сабекошт (N')

$$N' = 100S^N / S$$

ці

$$N' = 100N^c / (100\% - N),$$

дзе S^N – нацэнка, N^c – працэнт нацэнкі на кошт рэалізацыі.

Працэнт нацэнкі на кошт рэалізацыі (N^c)

$$N^c = 100 S^N / C^r, \text{ ці } N^c = 100 N^s / (100\% - N^s),$$

дзе C^r – кошт рэалізацыі, S^N – нацэнка.

$$C^r = S^N + S \text{ ці}$$

$$C^r = S / (100\% - N^c).$$

Сярэдні працэнт скідкі ў кошы рэалізацыі (N^r)

$$N^r = \frac{100 \sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n (c_i^r k_i - L_i)},$$

дзе L_i – скідка на кошт рэалізацыі i -га тавару, c_i^r – разліковы кошт рэалізацыі i -га тавару, k_i – колькасць i -га тавару.

Вызначэнне кошту мадыфікаванага тавару $C_{м.т}$ шляхам выкарыстання ўдзельнага кошту заснавана на наступнай формуле:

$$C_{м.т} = C_{б.т} \gamma_{м.т} / \gamma_{б.т},$$

дзе $C_{б.т}$ – кошт базавага тавару; $\gamma_{м.т}$, $\gamma_{б.т}$ – значэнні асноўнага параметра мадыфікаванага і базавага тавараў адпаведна.

Праграма дазваляе пры вызначэнні кошту ўлічваць фактар дыскантавання. Інтэрвалы часу і нормы дыскантавання плацяжоў устанаўліваюцца карыстальнікам праграмы. Праграма дазваляе вызначаць кошт з улікам праведзенага індэкса якасці (Π_i), які вызначаецца як суадносіны ўзважанага індэкса якасці канкуруючага (I_k) і базавага ($I_б$) тавараў

$$\Pi_i = 100 I_k / I_б.$$

Па сутнасці, гэтыя індэксы з'яўляюцца надбаўкамі да кошту і скідкамі. Абсалютна абгрунтаваная надбаўка ААН разлічваецца па формуле

$$ААН = C(100 - \Pi_i).$$

Рэжым «Аналіз збыту» праграмы дазваляе вызначыць аптымальнае размеркаванне маркетынговых мерапрыемстваў у залежнасці ад віду тавараў, інтэрвала часу, прагнозу паводзін пакупнікоў і аб'ёму продажаў.

У якасці мадэлі для вывучэння аб'ёму збыту новых тавараў пры мем мадэль дыфузіі, якая дзеліць пакупнікоў на «інаватараў» і «імітатараў», а іх колькасць прапарцыянальна колькасці прадаваемага тавару. Прагназуемы аб'ём збыту за перыяд t разлічваецца па формуле

$$S_t = \alpha M_t + \beta (S_{t-1} / M_{t-1}) M_{t0},$$

дзе S_t – аб'ём збыту ў папярэдні перыяд, M_{t-1} , M_t – рыначныя патэнцыялы пакупнікоў для адпаведных перыядаў $t - 1$ і t ; α , β – каэфіцыенты «інаватараў» і «імітатараў» адпаведна ($0 < \alpha, \beta < 1, \alpha + \beta = 1$).

Разглядаемая праграма дазваляе прагназаваць збыт тавару на аснове мадэлі «з пераносам», якая заснавана на ідэі паэтапнага фарміравання рашэння аб пакупцы тавару. У залежнасці ад ступені прыняцця такога рашэння ўсе патэнцыяльныя пакупнікі дзеляцца, напрыклад, на наступныя групы:

- хто ахвотна купляе дадзены тавар;
- тыя, хто ўпэўнены у перавагах тавару, але яшчэ не вырашыў яго набыць;
- хто разумее выгады ад тавару, але яшчэ не ўпэўнены канчаткова;
- прайнфармаваны аб тавары, але не ведаюць усіх пераваг;
- нічога не ведаюць аб тавары.

Лічым, што комплекс маркетынговых інструментаў уплывае аднолькава на ўсе групы. У выніку частка пакупнікоў з кожнай групы будзе пераходзіць да першай групы. Гэты эфект вызначаецца каэфіцыентам пераносу (b_t).

Узровень збыту тавару разлічваецца наступным чынам:

$$S_t = b_t a_{1,t-1} + M,$$

$$a_{1,t} = (1 - b_t) a_{1,t-1} + b_t a_{2,t-1},$$

.....

$$a_{i,t} = (1 - b_t) a_{i,t-1} + b_t a_{i+1,t-1},$$

$$a_{n,t} = (1 - b_t) a_{n,t-1},$$

дзе $a_{i,t}$ – доля групы ад агульнага патэнцыялу рынку M у перыяд t .

З’яўленне ў табліцы прагнозных ацэнак нулявых значэнняў азначае поўнае вычэрпванне рыначнага патэнцыялу.

1.5.4.4. Выбар крытэрыяльнага функцыяналу ў бэлманаўскіх мадэлях эканамічнай дынамікі

У мадэлях эканамічнай дынамікі для інтэрвала T крытэрыў аптымізацыі J запішам у агульным выглядзе як

$$\max_t J = \varphi(u_0, \dots, u_{T-1}; \beta^T \psi(X_T)), \quad (1.1)$$

дзе

$$U_t = \beta^t U(x_t, c_t), \quad t = 0, \dots, T-1, \quad (1.2)$$

прыведзеныя, з каэфіцыентам дыскантавання β , вартасці спажывання (функцыя вартасці U) з аргументамі $x \in R^n$ і кіруемы параметр $c \in R^n$, які інтэрпрэтуецца як вектар спажывання; $\beta^T \psi(x_T)$ – значэнне тэрмінальнага функцыянала ψ у канчатковым пункце фазавай траекторыі; φ – функцыя, выбар якой вызначае сэнс крытэрыю аптымальнасці, якую можна назваць абагульняючай функцыяй.

Крытэрыў (1.1) можна назваць бэлманаўскім, калі абагульняючая функцыя валодае наступнымі ўласцівасцямі:

– сіметрычнасць адносна перастаноўкі кампанентаў вектарнага аргумента U (нязменнасць функцыі φ);

– рэкурсіўнасць, якая пры раскладзе мноства U на дзве неперасякальныя часткі выражаецца ў выглядзе ўраўнення

$$\varphi(U, V) = \varphi(U_2, \varphi(U, V)) \cdot (U_1 \cup U_2 = U, U_1 \cap U_2 = \Phi), \quad (1.3)$$

дзе V – скаляр.

Пры шматразовым выкарыстанні формулы (1.3) ($k \geq 1$) агрегуючая функцыя ператвараецца ў рэкурэнтную формулу

$$\varphi(U^{k+1}, V) = \Phi(U_k, \varphi(U_k, V)), U_{k+1} = (U_0, \dots, U_k), k = 1, 2, \dots \quad (1.4)$$

дзе $\Phi(U, V)$ – вытворная функцыя.

Ад вытворчай функцыі патрабуецца выкананне наступных суадносін:

$$\Phi(U_1, \Phi(U_0, V)) = \Phi(U_0, \Phi(U_1, V)) \forall (U_0, U_1, V). \quad (1.5)$$

Функцыя $\Phi(x)$ называецца дапушчальнай, калі яе значэнні пазітыўныя для ўсіх $x \neq 0$. Клас дапушчальных функцый абазначым праз W .

Пазітыўную функцыю можна запісаць у выглядзе

$$\Phi(U, V) = V g(V / U), g(t) := \Phi(1 / t, 1), t \geq 1, \quad (1.6)$$

прычым для $\Phi \in W$ функцыя $g(t)$ змяншаецца, а функцыя

$$f(t) := tg(t) = \Phi(1 / t), t > 0 \quad (1.7)$$

павялічваецца па t .

Калі прыняць

$$y := V / U_0, z := V / U_1,$$

то суадносіны (5) можна запісаць у выглядзе

$$g(y) g(z g(y)) = g(z) g(y g(z)) \forall y, z > 0. \quad (1.8)$$

Трывіяльным рашэннем ураўнення (1.8) з'яўляецца функцыя $g(t) = \beta = \text{const}$; ёй адпавядае $\Phi(U, V) = \beta V$. Гэтай вытворнай функцыі адпавядае абагульняючая функцыя $\varphi(U, V) = \beta^k V$, дзе k – колькасць элементаў мноства U .

Адзначым, што пры $k = 0$ формула (1.1) трансфармуецца ў тэрмінальны крытэры

$$J = \beta^T \psi(X_T) \rightarrow \max, \quad (1.9)$$

які характэрны для многіх мадэлей.

Абзначым мноства нетрывіяльных рашэнняў функцыянальнага ўраўнення (8) праз φ на палавіне восі $t > 0$, якія адпавядаюць умовам:

- $g(t)$ строга пазітыўная і зрушваецца па t ;
- функцыя $f(t) := tg(t)$ узрастае па t ;
- выконваюцца суадносіны (1.8).

Згодна з тэарэмай Беленькага В. З. і Фрэнкіна Б. Р. клас φ абмежаваны двухпараметрычным сямействам функцый выгляду

$$g(t) = [1 + (a / t)^p]^{-\frac{1}{p}}, t > 0 \quad (1.10)$$

з параметрамі $a \geq 0$.

Функцыі (1.10) адпавядае вытворчая функцыя

$$\hat{O}(U, V) = [(au)^\rho + V^\rho]^\frac{1}{\rho}, \quad (U, V) \in R_+^2, \quad a \geq 0, \quad \rho \neq 0, \quad (1.11)$$

якая адносіцца да функцый з пастаяннай эластычнасцю зрушвання. Выбарам маштабных адзінак фактараў можна прывесці параметр a да адзіночнага значэння і тады функцыя

$$g_\rho(t) = [1 + (1/t)^\rho]^\frac{1}{\rho}, \quad t > 0, \quad (1.12)$$

утрымлівае адзін важны парметр ρ .

На жаль, функцыя Коба – Дугласа не можа быць вытворнай функцыяй бэлманаўскай мадэлі.

У адпаведнасці з рэкурэнтнай формулай (1.4) агрэгуючая функцыя, якая задавальняе вытворнай функцыі (1.11), мае выгляд

$$\varphi(U^k, V) = \left[\sum_{t=0}^{k-1} (aU_t)^\rho + V^\rho \right]^\frac{1}{\rho} \quad (1.13)$$

і згодна з (1.1), (1.2)

$$J = \left\{ \sum_{t=0}^{T-1} (\beta^\rho)^t [\alpha U(x_t, c_t)^\rho + (\beta^\rho)^T \psi^\rho(x_T)] \right\}^\frac{1}{\rho}. \quad (1.14)$$

Формула (1.14) адпавядае агульнаму выглядку крытэрыяльнага функцыянала ў бэлманаўскіх мадэлях эканамічнай данамікі.

У практычных мадэлях $\rho > 0$. Пры гэтым магчыма манатонная замена пераменных шляхам пераабзначэння

$$\beta: = \beta^\rho, \quad U: = (\alpha U)^\rho, \quad \psi: = \psi^\rho,$$

і тады перапішам формулу (1.14) у выгляд

$$J = \sum_{t=0}^{T-1} \beta^t U(x_t, c_t) + \beta^T \psi(x_T). \quad (1.15)$$

Атрымалі стандартны дысконтны крытэрыў, які часта выкарыстоўваецца пры пабудове мадэлей развіцця эканомікі як на макра-, так і на мікраўзроўні.

Апошнім часам усё больш увагі ўдзяляюць крытэрыю Роўлса:

$$J = \max \left[\min_{t \in [0, T-1]} U_t, \beta^T \psi(x_T) \right], \quad (1.16)$$

які адпавядае вытворнай функцыі

$$\Phi(U, V) = \min_{\rho \rightarrow -\infty} (U, V).$$

Трэцім магчымым крытэрыем з'яўляецца тэрмінальны крытэры, які атрымаем з формулы (1.14) пры $\alpha = 0$.

Такім чынам, разгледжаныя крытэрыі адпавядаюць бэлманаўскім мадэлям эканомікі.

1.6. Праблемы кіравання актыўнымі сістэмамі (АС)

У актыўных сістэмах хаця б адзін з элементаў валодае ўласцівасцю актыўнасці, у тым ліку свабодай выбару свайго стану. Акрамя выбару стану, элементы актыўных сістэм маюць уласныя інтарэсы, якія мэтанакіравана ўплываюць на выбар стану. Лічыцца, што кіруемыя суб'екты імкнуцца да выбару такіх сваіх станаў (стратэгіі), якія з'яўляюцца найлепшымі з пункту гледжання іх карыснасці пры заданых ці прагназуемых значэннях кіруючых уздзеянняў, а кіруючыя ўздзеянні, у сваю чаргу, залежаць ад стану кіруемых суб'ектаў.

Мадэль актыўнай сістэмы задаецца пералікам наступных параметраў.

1. Склад актыўнай сістэмы – сукупнасць суб'ектаў і аб'ектаў, якія з'яўляюцца элементамі сістэмы.

2. Структура актыўнай сістэмы – сукупнасць інфармацыйных, кіруючых і іншых сувязей паміж элементамі актыўнай сістэмы, уключаючы адносіны падпарадкавальнасці і размеркаванне правоў прыняцця рашэнняў. У большасці мадэлей актыўных сістэм даследуюцца двухузроўневыя АС веернага тыпу, якія складаюцца з аднаго кіруючага цэнтра на верхнім узроўні іерархіі і аднаго ці некалькіх падпарадкаваных яму кіруемых суб'ектаў – актыўных элементаў (АЭ) на ніжнім узроўні.

3. Парадак функцыянавання – паслядоўнасць атрымання інфармацыі і выбару стратэгіі ўдзельнікамі АС.

4. Колькасць перыядаў функцыянавання адлюстроўвае дынаміку выбару стратэгіі ўдзельнікамі АС на працягу разглядаемага інтэрвалу часу.

5. Прэферэнцыі ўдзельнікаў сістэмы, якія сумесна з прынцыпамі рацыянальных паводзін вызначаюць залежнасць стану сістэмы ад кіруючых уздзеянняў і крытэрыяў эфектыўнасці кіравання.

Дапушчальнае мноства станаў (стратэгіі) удзельнікаў АС адлюстроўваюць індывідуальныя і агульныя для ўсіх удзельнікаў абме-

жаванні на выбар станаў, вызначаемых навакольным асяроддзем, тэхналогіяй і г. д.

7. Інфармаванасць удзельнікаў – такая інфармацыя, якой валодаюць удзельнікі АС на момант прыняцця рашэнняў аб выбіраемых стратэгіях.

Важнай умовай работы АС з’яўляюцца перавагі ўдзельнікаў актыўнай сістэмы. Няхай АЭ здольныя выбіраць некаторыя дзеянні (стратэгіі, стан і г. д.) з мноства A – дапушчальных для іх дзеянняў. Дзеянне будзем абазначаць y , значыць,

$$y \in A.$$

У выніку выбару дзеяння y рэалізуецца вынік дзеяння АЭ, які будзем абазначаць праз $Z \in A_0$, дзе A_0 – мноства магчымых вынікаў дзейнасці. Сувязь паміж дзеяннем АЭ ($y \in A$) і вынікам дзейнасці $Z \in A_0$ можа мець складаную прыроду і апісвацца размеркаваннямі імавернасці, размытымі інфармацыйнымі функцыямі і інш.

Лічым, што АЭ маюць магчымасць параўноўваць розныя вынікі дзейнасці і фарміраваць перавагу R , а мноства магчымых пераваг абазначым \mathfrak{R} .

Часта перавагу АЭ з мноства \mathfrak{R} можна параметрызаваць пераменнай r , якая прымае значэнне з мноства Ω рэчаіснай восі $\Omega \leq R$. Параметр r называецца тыпам АЭ.

Выбар дзеяння АЭ вызначаецца правілам індывідуальнага рацыяльнага выбару $P(R, A)$, якое вызначае мноства найбольшых пераваг з пункту гледжання АЭ:

$$P : \mathfrak{R} \cdot 2^A \rightarrow 2^A.$$

Разгледзім некаторыя спосабы задання пераваг АЭ і правіл індывідуальнага рацыяльнага выбару. Няхай закон змены вынікаў дзейнасці носіць дэтэрмінаваны характар, (кожнаму дзеянню $y \in A$ адпавядае адзіны вынік дзейнасці $Z = W(y) \in A_0$).

Гістарычна першым спосабам прадстаўлення пераваг элементаў былі функцыя карыснасці і мэтавыя функцыі.

Функцыя карыснасці $u : A_0 \cdot U \rightarrow \mathfrak{R}^1$ дазваляе параўноўваць перавагі розных дзеянняў кіравання.

Мэтавыя функцыі таксама задаюць перавагі элементаў, але на мностве іх дзеянняў.

Няхай зададзены функцыя карыснасці элемента U і дэтэрмінаваны закон змен вынікаў дзейнасці W . Тады вынік дзейнасці элемента ёсць $Z = W(y)$. Можна вызначыць мэтавую функцыю АЭ $f : A \rightarrow \mathfrak{R}^1$

выразам $f(y) = U(W(y))$. Рацыянальным лічыцца выбар АЭ дзеянняў, якія мінімізуюць яго мэтавую функцыю

$$P(f, A) = \arg \max_{y \in A} f(y).$$

Разгледзім у якасці прыкладу актыўны элемент, які вырабляе нейкую прадукцыю. Аб'ём вырабляемай прадукцыі будзем лічыць дзеяннем элемента і абазначаць яго праз y , мноства магчымых дзеянняў – $A[0, \infty]$. Элемент рэалізуе прадукцыю па кошце $P \in \mathfrak{R}^1$ і нясе страты на вытворчасць

$$C_r(y) = \frac{1}{2r} y^2,$$

дзе r – параметр (тып) элемента, які характарызуе яго індывідуальныя асаблівасці, $r \in \Omega = [1, 2]$.

Вынікам дзейнасці можна лічыць суму за прададзеную прадукцыю Z .

Мэтавую функцыю элемента можна вызначыць, ведаючы, што $Z = PY$, а страты C_r , і тады маем

$$fr(y) = PY - C_r(y) = PY - \frac{1}{2r} y^2.$$

Аб'ём вытворчасці, які максімізуе мэтавую функцыю, роўны $Y_{\text{opt}} = Pr$.

Другім спосабам прадстаўлення перавагі з'яўляюцца бінарныя (двухмесныя) суадносіны. Бінарнымі суадносінамі R над мноствам A_0 называецца мноства ўпарадкаваных пар

$$(Z_1, Z_2), Z_1, Z_2 \in A_0 (R \leq \{(Z_1, Z_2) \mid Z_1, Z_2 \in A_0\}).$$

Кажуць, што $Z_1 \in A_0$ знаходзіцца ў суадносіне R з $Z_2 \in A_0$, калі выканана $(Z, Z_2) \in R$ і запісваюць $Z_1 R Z_2$. Бінарная суадносіна R_{A_0} называецца рэфлексіўнай, калі $\forall \alpha \in A_0$ выконваецца для $\alpha R_{A_0} \alpha$.

Адпаведнасць індывідуальнага рацыянальнага выбару бінарным суадносінам перавагі вызначаецца наступным чынам

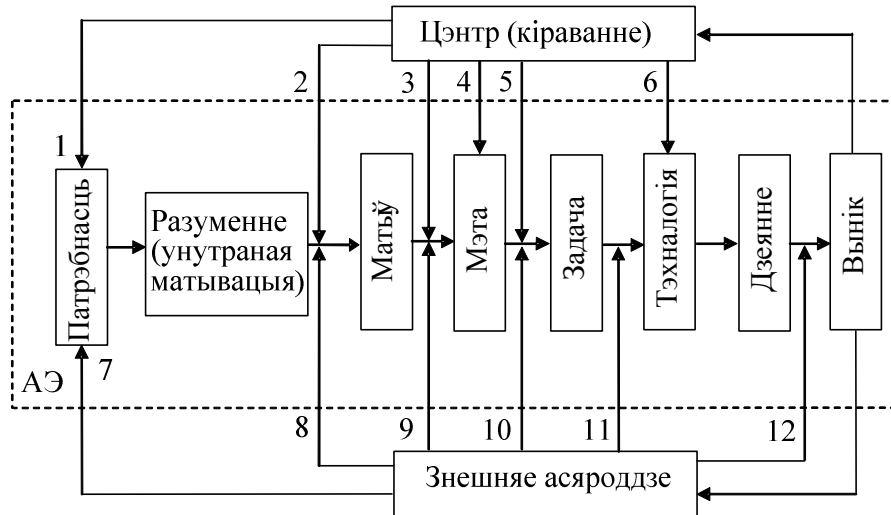
$$P(R_{A_0}, A_0) = \{Z \in A_0 \mid \forall t \in A_0 Z R_{A_0} t\}.$$

Наступным спосабам задання пераваг элементаў з'яўляюцца невыразныя суадносіны. Невыразная суадносіна \bar{R} над мноствам A_0 вызначаецца функцыяй прыналежнасці $\mu_{\bar{R}}: A_0 \cdot A_0 \rightarrow [0, 1]$. Функцыя $\mu_{\bar{R}}(a, b)$ азначае ступень, з якой a і b знаходзяцца ў суадносіне \bar{R} .

Важна ўлічыць стымуляванне ў дэтэрмінаваных актыўных сістэмах.

Разгледзім актыўную сістэму, якая складаецца з кіруючага органа (цэнтра) і аднаго кіруемага суб'екта – актыўнага элемента. У якасці

цэнтра і АЭ могуць выступаць як асобныя людзі, так і іх групы. Адным са сродкаў уплыву на паводзіны АЭ з’яўляецца яго стымуляванне. З пункту гледжання псіхалогіі можна выдзеліць наступныя працэсуальныя кампаненты дзейнасці АЭ: патрэбнасць – матыў – мэта – задача – тэхналогія – дзеянне – вынік. Гэтыя кампаненты адлюструем на мал. 1.7.



Мал. 1.7. Кампаненты дзейнасці АЭ

Кіраванне з боку цэнтра ў агульным выпадку можа ўздзейнічаць на патрэбнасці АЭ (1), фарміраванне матываў (2), працэс выбару мэты (3), на мэту (4), на выбар задачы (5), на выкарыстоўваемую тэхналогію (6).

Знешняе асяроддзе можа таксама ўплываць на патрэбнасці (7), фарміраванне матываў (8), мэты (9), задач (10) і тэхналогій (11). Акрамя таго, уздзеянне знешняга асяроддзя (12) можа аказацца прычынай несупадзення дзеянняў АЭ і вынікаў яго работы. Вынікам дзейнасці АЭ можа быць задавальненне патрэбнасцей (частковае ці поўнае) альбо не задавальненне.

Таму стымуляванне можа быць вызначана як комплекснае мэтанакіраванае знешняе ўздзеянне на кампаненты кіруемай сістэмы і працэсы іх фарміравання.

Пры фіксаваных мэтах і тэхналогіях перавагі розных дзеянняў АЭ залежаць ад умоў (5), (10), з якіх умова (5) залежыць ад цэнтра. Уздзеянні цэнтра (1–6) можна лічыць як стымулы.

Разгледзім аднаэлементную дэтэрмінаваную статычную АС. У іерархічных сістэмах цэнтр валодае правам першага ходу $\sigma(y)$ з улікам стратэгіі АЭ (y), дзе $\sigma(y) \in M$, M – мноства дапушчальных функцый (механізмаў) стымулявання.

Актыўны элемент выбірае сваю стратэгію $y \in A$ пры вядомай стратэгіі цэнтра. Цэнтр, ведаючы аб імкненні АЭ максімізаваць уласную мэтавую функцыю, мае магчымасць прадвызначыць стратэгію АЭ. Таму задача цэнтра – знайсці такі варыянт стратэгіі, якая прымусіла АЭ выбіраць найбольш выгадныя для цэнтра дзеянні.

Пры разглядзе стымулявання стратэгія цэнтра вызначае заахвочванне ці пакаранне АЭ ў залежнасці ад яго стратэгіі, якая ўваходзіць адытыўна ў функцыю карыснасці АЭ. Для агульнай пастаноўкі задачы стымулявання ў АЭ увядзём абазначэнні:

$\bar{\Phi}(x, z, \sigma(\cdot))$ – функцыя карыснасці цэнтра;

$\bar{\Phi}: X \cdot A_0 \cdot M \rightarrow R$;

$\tilde{\sigma}(x, z) \in M$ – функцыя стымулявання АЭ цэнтрам;

$\tilde{\sigma}: X \cdot A_0 \rightarrow R | M$ і $\tilde{\chi}(x, z)$ – функцыя штрафаў, якія накладваюцца на цэнтрам;

$\tilde{\chi}: X \cdot A_0 \rightarrow R | M$, якія належаць дапушчальнаму мноству M ;

$R | M$ – мноства магчымых значэнняў функцыі стымулявання, дзе мноства R абмяжоўваецца магчымасцямі механізму стымулявання M ;

$x \in X$ – план АЭ (жадаемая з пункту гледжання цэнтра дзеянні АЭ), X – мноства дапушчальных планаў АЭ;

$\tilde{h}(z, r)$ – функцыя даходу АЭ, $\tilde{h}: A_0 \cdot \Omega \rightarrow R$;

$\tilde{c}(z, r)$ – функцыя страт АЭ, $\tilde{c}: A_0 \cdot \Omega \rightarrow R$;

$r \in \Omega$ – параметр функцыі прыбытку (страт) – тып АЭ;

Ω – дапушчальнае мноства тыпаў АЭ.

Функцыя карыснасці АЭ можа мець адзін з двух наступных выглядаў:

$$U(x, z, r, \sigma(\cdot)) = \begin{cases} \tilde{\sigma}(x, z) - \tilde{c}(z, r) & \text{«стымуляванне мінус страты»,} \\ \tilde{h}(z, r) - \tilde{\chi}(x, z) & \text{«даход мінус штрафы».} \end{cases}$$

Стымуляванне заключаецца або ў дабаўленні да функцыі карыснасці АЭ функцыі стымулявання (задача I рада), або адначасова з дабаўленнем функцыі стымулявання АЭ на гэту ж функцыю памяншаецца мэтавая функцыя цэнтра (задача стымулявання II рада).

Для пастаноўкі задачы стымулявання неабходна ўвесці на мностве M дапушчальных механізмаў стымулявання крытэрыі іх параўнання. У большасці выпадкаў гэты крытэрыі вызначаецца максімальным (альбо гарантаным) значэннем функцыі карыснасці цэнтра на мно-

стве выбару АЭ. Каб увесці крытэрыі эфектыўнасці функцыянавання АС, у сваю чаргу неабходна вызначыць правілы рацыянальнага выбару актыўнага элемента (у сэнсе дэтэрмінаванасці АС. Калі нявызначанасць у складзе сістэмы адсутнічае (дэтэрмінаваная АС), то можна лічыць, што дзеянне і вынік дзеяння, а таксама функцыя карыснасці і мэтавыя функцыі супадаюць ($z \equiv y$, $f(y) \equiv U(z)$).

Калі нявызначанасць у сістэме прысутнічае, будзем лічыць, што АЭ прымае рашэнне ва ўмовах поўнай інфармаванасці. Гэта значыць, што па нейкім правіле ліквідуецца нявызначанасць. Напрыклад, калі ў аднаэлементнай АС прысутнічае інтэрвальная нявызначанасць, то АЭ можа ад яе пазбавіцца знаходжаннем чакаемай карыснасці, а ад невыразнай нявызначанасці – пераходам да індукцыраваных суадносін пераваг.

Пазбавіўшыся ад нявызначанасці, АЭ выбірае дзеянне на аснове правіла індывідуальнага рацыянальнага выбару

$$Y_{\text{апт}} \in Pr(\sigma)(\cdot, A) = \arg \max_{y \in A} f(x, y, r, \sigma(\cdot)).$$

Цэнтр таксама можа пазбавіцца ад нявызначанасці вышэйадзначанымі метадамі і запісаць мэтавую функцыю, якая залежыць ад дзеяння элемента:

$$\psi(y, \sigma(\cdot)) = \langle \Phi(z, \tilde{\sigma}(\cdot)) \rangle.$$

Будзем лічыць справядлівай гіпотэзу пажаданасці (ГП), пры якой элемент выбірае дзеянні, найбольш задавальняючыя цэнтр. Тады эфектыўнасць функцыянавання запішам у выглядзе

$$K(\sigma, r) = \max_{y \in Pr(\sigma(\cdot), A)} \psi(y, \sigma(\cdot)).$$

Калі сапраўднае значэнне параметра r невядома цэнтру, то можна пазбавіцца ад гэтай нявызначанасці, прыняўшы па r гарантаваны вынік

$$K(\sigma) = \min_{r \in \Omega} \max_{y \in Pr(\sigma(\cdot), A)} \psi(z, \sigma(\cdot)).$$

Калі гіпотэза пажаданасці не выконваецца, то цэнтру прыйдзеца абмежавацца гарантаваным вынікам па мностве рацыянальнага выбару

$$K(\sigma) = \min_{r \in \Omega} \max_{y \in Pr(\sigma(\cdot), A)} \psi(y, \sigma(\cdot)).$$

З улікам адзначанага прамая задача стымулявання фармулюецца так: пабудаваць сістэму стымулявання $\sigma^* \in M$ такую, каб

$$\sigma^* \in \arg \max_{\sigma \in M} K(\sigma).$$

Разгледзім задачу сінтэзу аптымальнага механізму стымулявання ў базавай мадэлі актыўнай сістэмы.

Абзначым праз SP клас рэчаісных функцый $q(x)$, вызначаных на R і задавальняючых наступным уласцівасцям:

- $q(x)$ – непарыўная функцыя, абмежаваная зверху;
- існуе адзіны пункт піка $r \in R$, такі, што $q(x)$ строга манатонна ўзрастае пры $x < r$ і строга манатонна ўбывае пры $x > r$.

Функцыі класа SP называюцца аднапікавымі.

Няхай маем дэтэрмініраваную двухузроўневую актыўную сістэму веернага тыпу ў складзе цэнтр – актыўны элемент.

Прымем, што дакладнае значэнне тыпу $r \in \Omega$ вядома і цэнтру, і АЭ. Тады можна лічыць, што функцыя даходу $h(y)$ і страт $c(y)$ не залежаць ад гэтага параметра. Будзем даследаваць класы параметрычна зададзеных сістэм стымулявання. Прымем, што χ ёсць не негатыўная раўнамерна абмежаваная зверху функцыя $0 \leq \chi(x, y) \leq C < \infty$, $h(\cdot) \in SP$, $c(\cdot) \in SP$, $c(0) = 0$.

Мноства рашэнняў будуць вызначацца наступным чынам:

$$P(\chi) = \arg \max_{y \in A} \{h(y) - \chi(x, y)\}$$

ці

$$P(\sigma) = \arg \max_{y \in A} \{\sigma(x, y) - c(y)\}.$$

Абмяжуемся разглядаць функцыі са штрафамі χ . Для функцый стымулявання $\sigma(x, y)$ можна атрымаць аналіз па аналогіі. Эфектыўнасць механізму стымулявання ў рамках гіпотэзы пажаданасці запішам

$$K(\chi) = \max_{y \in P(\chi)} \Phi(\chi, y).$$

Задача стымулявання заключаецца ў выбары механізму стымулявання $\chi \in M$, які мае максімальную эфектыўнасць $\chi \in \arg \max_{\chi \in M} K(\chi)$.

Абзначым $P_M = \bigcup_{\chi \in M} P(\chi)$ – максімальнае мноства рэалізуемых дзеянняў. Клас $S \leq M$ сістэм стымулявання назавём аптымальным, калі выконваецца ўмова

$$P_S = \bigcup_{\chi \in S} P(\chi) = P_M.$$

Існуе некалькі сістэм штрафаў. Сістэма стымулявання выгляду

$$\chi_c(x, y) = \begin{cases} 0, & y \begin{pmatrix} \leq \\ \geq \end{pmatrix} x, \\ c, & y \begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix} x \end{cases}$$

назваецца скачкападобнай (*C*-тыпу). Мноства сістэм стымулявання *C*-тыпу пры ўсіх магчымых $c \in X$ абазначым $M_c \leq M$.

Сістэму стымулявання

$$\chi_{QC}(x, y) = \begin{cases} 0, & y = x, \\ c, & y \neq x \end{cases}$$

назавем скачкападобнай (*QC*-тыпу).

Сістэмы кіравання кампенсаторныя (*K*-тыпу)

$$\chi_K(y) = \begin{cases} h(y) - [h_{\max} - C], & y \in [y^-, y^+], \\ C, & y \in [y^-, y^+], \end{cases}$$

дзе $h_{\max} = hr$, $y^- = \min\{y \in A \mid h(y) \geq h(r) - C\}$, $y^+ = \max\{y \in A \mid h(y) \geq h(r) - C\}$ – адпаведна левая і правая межы мноства дзейняў, якія рэалізуюцца пры зададзеных абмежаваннях механізму стымулявання.

Ёсць квазікампенсаторныя (*QK*-тыпу) сістэмы стымулявання

$$\chi_{QK}(x, y) = \begin{cases} h(y) - [h_{\max} - C], & y = x, \\ C, & y \neq x. \end{cases}$$

Мноства сістэм стымулявання *K*-тыпу абазначым $M_k (M_k(h(\cdot)))$.

Магчымы прапарцыянальныя (лінейныя) сістэмы стымулявання, ў якіх значэнне функцыі стымулявання прапарцыянальнае дзяленню *AЭ* ці выніку яго дзейнасці з каэфіцыентам α . Такія сістэмы атрымалі назву сістэм *L*-тыпу. Адрозніваюць клас неабмежаваных прапарцыянальных сістэм стымулявання

$$M_L = \bigcup_{\alpha=0}^{\infty} M_L(\alpha),$$

дзе

$$M_L(\alpha) = \{\chi(x, y) \mid \chi(x, y) = \beta |x - y|, \beta \in [0, \alpha]\},$$

і клас M'_L – прапарцыянальных сістэм стымулявання, абмежаваных пазітыўнай канстантай *C*:

$$M'_L = \overset{\infty}{U}_{\alpha=0} M'_L(\alpha),$$

дзе

$$M'_L(\alpha) = \{\chi(x, y) \mid \chi(x, y) = \min(C, \beta |x - y|), \beta \in [0, \alpha]\}.$$

Праўда, вядома, што калі функцыя страт АЭ строга выпуклая і дыферэнцыруемая, то $M_L < M_{QK}$. Гэта вынікае, калі разгледзець мінімальныя страты на стымуляванне рэалізацыі некаторага дзеяння $y^* \in A$ з кампенсаторнай сістэмай $\sigma_{QK}^{\min} = C(y^*)$ і з прапарцыянальнай сістэмай $\frac{\partial C(y^*)}{\partial y} = \alpha$ і $\sigma_L^{\min} = \alpha y^*$. Са строгай выпукласці функцый

страт вынікае, што $\sigma_L^{\min} > \sigma_{QK}$ і адпаведна $M_L < M_{QK}$.

Разгледзім, напрыклад, сістэму, у якой страты АЭ залежаць ад колькасці адпрацаваных ім гадзін y (дзялення) наступным чынам $C(y) = 2\gamma\sqrt{y}$, $0 \leq y \leq 16$. Пры выкарыстанні здзельнай аплаты $\sigma_L(y) = \alpha y$, $\alpha \geq 0$, дзе α – стаўка аплаты.

Мэтавая функцыя АЭ мае мінімум у пункце $y_{\min} = \gamma^2 / \alpha^2$.

Лічым, што $y_0 \neq 0$, $\forall y \geq y_0, f(y) \geq 0$. Калі $y_0 \geq 16$, то АЭ не будзе працаваць ($y^* = 0$). Калі $y_0 < 16$, то АЭ захоча працаваць усе 16 гадзін. Такім чынам, пры нізкіх стаўках аплаты АЭ не будзе працаваць, а пры высокіх будзе працаваць максімальна магчымы час. Страты на стымуляванне выбару максімальнага рабочага часу (16 гадз) пры выкарыстанні прапарцыянальнай сістэмы стымулявання ($\alpha = \gamma / 2$) роўныя 8γ .

Такім чынам, бачым, што прапарцыянальныя сістэмы стымулявання прыводзяць да большых страт на стымуляванне і рэалізуюць не ўсе дзеянні АЭ.

Клас сістэм стымулявання C -тыпу мае пры існуючых абмежаваннях C механізма стымулявання максімальнае мноства рэалізуемых дзеянняў $P_c = P_m = [y^-, y^+]$.

З выгляду задачы стымулявання першага роду вынікае, што чым шырэй мноства дзеянняў, якія рэалізуюцца тым ці іншым класам стымулявання, тым вышэй эфектыўнасць стымулявання C , QC , K і QK -тыпу, аптымальныя на M .

Кантрольныя пытанні

1. Пакажыце асноўныя аб'екты прыкладання аўтаматызаваных сістэм кіравання.

2. Пералічыце асноўныя функцыі і падсістэмы кіравання прадпрыемствам.

3. Пакажыце, якія метады тэорыі кіравання выкарыстоўваюцца ў аўтаматызаваных сістэмах кіравання.

4. З якіх падсістэм складаецца аўтаматызаваная сістэма кіравання прамысловым прадпрыемствам?

5. Якія існуюць узроўні аўтаматызаванага кіравання прамысловым прадпрыемствам?

6. Дайце характарыстыку асноўных відаў забеспячэння АСК.

7. Пералічыце асноўныя тэхнічныя сродкі АСК.

8. У чым сутнасць эталоннай мадэлі ўзаемадзеяння адкрытых сістэм (OSI-мадэль)?

9. На якіх прынцыпах заснавана тапалогія лакальнай прамысловай сеткі?

10. Пералічыце асноўныя апаратныя кампаненты ЛПС.

11. Што складае аснову інфармацыйнага забеспячэння АСК?

12. Пералічыце асноўныя праблемы кіравання актыўнымі сістэмамі.

2. MRP і ERP-СІСТЭМЫ

2.1. Канцэпцыі MRP, MRP-2 і ERP

Першыя работы па практычным выкарыстанні камп'ютэраў у кіраванні вытворчасцю былі засяроджаны на вырашэнні найболей працаёмкіх задач, якія былі «вузкім месцам» у сістэме перапрацоўкі інфармацыі. Адной з іх, асабліва на буйных прадпрыемствах са складанай шматнаменклатурнай вытворчасцю, была задача разліку матэрыяльных патрабаванняў на вытворчую праграму. Рашэнне задачы складаецца з вызначэння і перадачы ў вытворчасць і службы матэрыяльна-тэхнічнага забеспячэння інфармацыі: аб патрабаваннях прадпрыемства ў матэрыяльных рэсурсах (дэталі і зборачныя адзінкі ўласнай вытворчасці, паўфабрыкаты, матэрыялы, пакупныя вырабы, абсталяванне, устойствы і г. д.), неабходных для выканання вытворчай праграмы. Асаблівую складанасць задачы надае каляндарны характар. Усе патрабаванні неабходна прывязаць да патрабуемых дат выканання дамоўленасцей. Першыя сістэмы, якія вырашалі гэту задачу, атрымалі назву MRP (Material Requirements Planning – «Планаванне матэрыяльных патрабаванняў»). Паступова быў здзейснены пераход ад аўтаматызацыі кіравання вытворчасцю на ўзроўні лакальных задач да інтэграваных сістэм, якія ахопліваюць выкананне ўсіх функцый кіравання вытворчасцю. Вынікам гэтага працэсу з'явіліся сістэмы, якія атрымалі назву MRP-2 (Manufacturing Resource Planning – «Планаванне вытворчых рэсурсаў»).

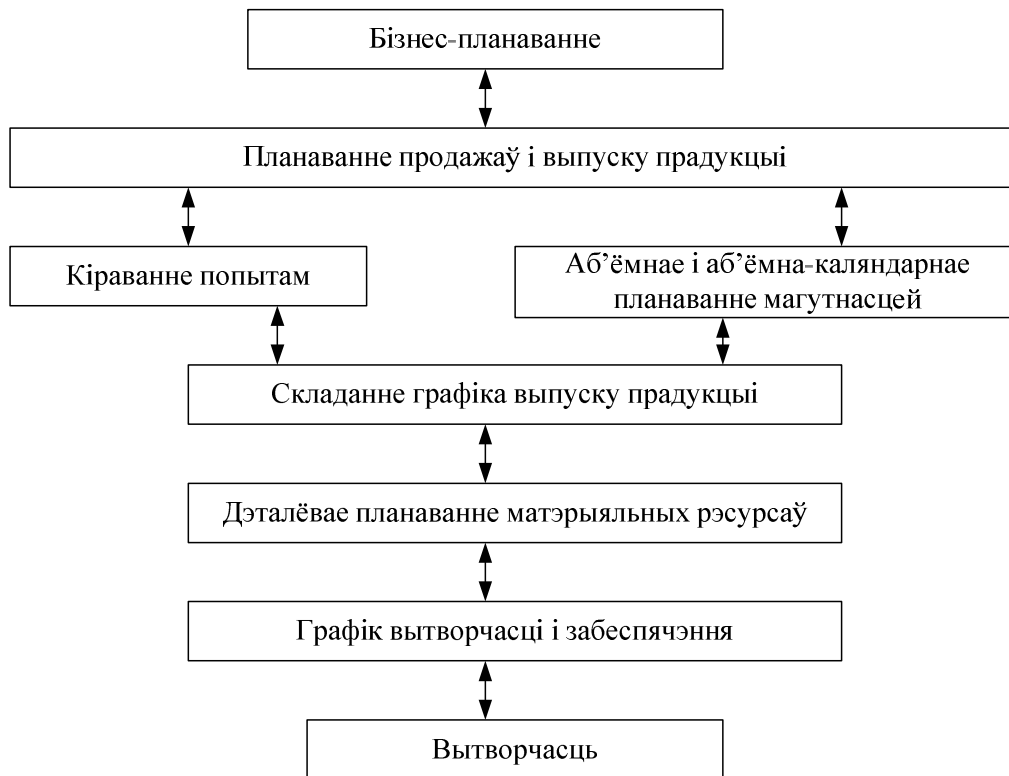
MRP-2 уяўляе сабой метадалогію, накіраваную на эфектыўнае кіраванне ўсімі вытворчымі рэсурсамі прадпрыемства. Яна забяспечвае вырашэнне задач планавання дзейнасці прадпрыемства ў натуральным і грашовым выражэнні, мадэляванне магчымасцей прадпрыемства, адказваючы на пытанні тыпу «Што будзе, калі..?». Гэта метадалогія грунтуецца на шэрагу буйных узаемазлучаных функцыянальнасцей, сярод якіх:

- бізнес-планаванне (Business Planning – BP);
- планаванне продажаў і дзейнасці прадпрыемства ў цэлым (Sales and Operations Planning – S&OP);
- планаванне вытворчасці (Production Planning – PP);
- распрацоўка графіка выпуску прадукцыі (Master Production Scheduling – MPS);
- планаванне матэрыяльных патрабаванняў (Material Requirements Planning – MRP);

– планаванне вытворчых магутнасцей (Capacity Requirements Planning – CRP);

– розныя сістэмы аператыўнага кіравання вытворчасцю. Сярод іх сістэмы, заснаваныя на планаванні работ на цэхавым узроўні (Shop Floor Control – SFC), і сістэмы паточнай вытворчасці тыпу «дакладна – у – тэрмін» (Just – in – Time – JIT).

Структура MRP-2 прадстаўлена на мал. 2.1.



Мал. 2.1. Структура сістэмы кіравання MRP-2

Структура MRP-2 ахоплівае ўсе асноўныя функцыі планавання вытворчасцю зверху ўніз. Склад функцыянальных модуляў і іх узамасувязі маюць глыбокае абгрунтаванне з пазіцыі тэорыі кіравання. Яны забяспечваюць інтэграцыю функцый планавання, у тым ліку ўзгадненне іх пры адрозненнях часу і месца. Важна адзначыць, што прадстаўлены набор модуляў з'яўляецца не лішнім, менавіта таму ён у асноўным захоўваецца і ў сістэмах наступных пакаленняў. Больш таго, шматлікія паняцці, метады і алгарытмы, закладзеныя ў функцыянальныя модулі MRP-2, застаюцца нязменнымі на працягу доўгага часу і ўваходзяць у якасці элементаў у сістэмы наступных пакаленняў.

Для кожнага ўзроўню планавання MRP-2 характэрны такія параметры, як ступень дэталізацыі плана, гарызонт планавання, выгляд умоў і абмежаванняў. Для аднаго і таго ж узроўню планавання MRP-2 гэтыя параметры могуць змяняцца ў шырокім дыяпазоне ў залежнасці ад характару вытворчага працэсу, магчыма таксама ўжыванне на кожным асобным прадпрыемстве вызначанага набору функцыянальных модуляў MRP-2.

Ніжэй прыводзіцца кароткая характарыстыка функцыянальных модуляў MRP-2.

Бізнес-планаванне. Працэс фарміравання плана прадпрыемства найбольш высокага ўзроўню. Планаванне доўгатэрміновае, план складаецца ў вартасным выражэнні. Найменш фармалізаваны працэс выпрацоўкі рашэнняў.

Планаванне продажаў і дзейнасці. Бізнес-план пераўтвараецца ў планы продажаў асноўных відаў прадукцыі (як правіла, ад 5 да 10). Пры гэтым вытворчыя магутнасці могуць не ўлічвацца або ўлічвацца без дэталізацыі. План носіць сярэнетэрміновы характар.

Планаванне вытворчасці. План продажу па відах прадукцыі пераўтвараецца ў аб'ёмны або аб'ёмна-каляндарны план вытворчасці відаў прадукцыі. Пад відам тут разумеюцца сямействы аднастайнай прадукцыі. У гэтым плане ўпершыню ў якасці планава-ўліковых адзінак выступаюць вырабы, але ўяўленні аб іх носяць усярэднены характар. Напрыклад, гаворка можа ісці аб усіх легкавых пярэднепрывадных аўтамабілях, якія выпускаюцца на заводзе, без удакладнення мадэлей. Часта гэты модуль аб'ядноўваецца з папярэднім.

Фарміраванне графіка выпуску прадукцыі. План вытворчасці пераўтвараецца ў графік выпуску прадукцыі. Як правіла, гэта сярэнетэрміновы або аб'ёмна-каляндарны план, які задае колькасць пэўных вырабаў (або партый) з тэрмінамі іх вырабу.

Планаванне патрабаванняў у матэрыяльных рэсурсах. Падчас планаванняў на гэтым узроўні вызначаюцца, у колькасным выражэнні і па тэрмінах, патрэбы ў матэрыяльных рэсурсах, неабходных для забеспячэння графіка выпуску прадукцыі.

Планаванне вытворчых магутнасцей. Як правіла, у гэтым модулі выконваюцца разлікі па вызначэнні і параўнанні размешчаных і патрэбных вытворчых магутнасцей. З невялікімі зменамі гэты модуль можа ўжывацца не толькі для вытворчых магутнасцей, але і для іншых відаў вытворчых рэсурсаў, здольных паўплываць на прапускную здольнасць прадпрыемства. Падобныя разлікі, як правіла, праводзяцца пасля фарміравання планаў практычна ўсіх папярэдніх узроўняў з мэ-

тай павышэння надзейнасці сістэмы планавання. Часам вырашэнне дадзенай задачы ўключаецца ў модуль, які адпавядае ўзроўню.

Аператыўнае кіраванне вытворчасцю. Тут фарміруюцца аператыўныя план-графікі. У якасці планава-ўліковых адзінак могуць выступаць дэталі (партыі), зборачныя адзінкі глыбокага ўзроўню, дэталі/партыя-аперацыі і т. п. Перыяд, які ахопліваецца планаваннем, невялікі (ад некалькіх дзён да месяца).

Сувязь паміж узроўнямі ў MRP-2 забяспечваецца з дапамогай універсальнай формулы: задача планавання на кожным узроўні рэалізуецца як адказ на тры пытанні:

1. Што неабходна выканаць?
2. Што неабходна для гэтага?
3. Што ёсць у цяперашні час?

У якасці адказу на першае пытанне заўсёды выступае план больш высокага ўзроўню. Гэтым і забяспечваецца сувязь паміж узроўнямі. Структура адказаў на наступныя пытанні залежыць ад вырашаемай задачы.

Наступнае развіццё MRP-2 звязана са з'яўленнем сістэм кіравання прадпрыемствам у замкнёным контуры, г. зн. са зваротнай сувяззю (Closed-loop MRP). У гэтых сістэмах з'яўляюцца такія функцыянальныя магчымасці, як планаванне і ўлік запуску/выпуску, складанне аператыўных раскладаў, вырашэнне задач першаснага ўліку. Пералічаныя функцыянальныя магчымасці не толькі паглыбілі сістэму планавання, але і стварылі ўмовы для эфектыўнага рэгулявання ходу вытворчасці, што ў канчатковым выніку спрыяла павышэнню ўстойлівасці планаў верхняга ўзроўню. Сёння пад сістэмамі тыпу MRP-2, як правіла, разумеюць менавіта сістэмы са зваротнай сувяззю.

Існуе некалькі кірункаў развіцця MRP-2.

Першы з іх – дапаўненне MRP-2 функцыямі кіравання матэрыяльнымі рэсурсамі ў размеркавальных сістэмах. Гэтыя функцыі атрымалі назву «Планаванне патрабаванняў у размеркаваных сістэмах» (Distribution Requirements Planning – DRP). Тут вырашаюцца задачы кіравання запасамі ў складскай сетцы. Развіццё DRP паступова прывяло да замены традыцыйнага падыходу да вызначэння ўзроўню запасаў па прынцыпе «пункты заказу» (г. зн. падачы заказу на папаўненне запасаў пры дасягненні мінімальна дапушчальнага ўзроўню) новым падыходам, які заснаваны на вызначэнні патрабаванняў у залежнасці ад заказаў на прадукцыю. Гэты падыход сёння распаўсюджваецца на склады ўсіх узроўняў – ад рэгіянальных, аптовых да складаў на прадпрыемствах. Такі падыход называецца планаваннем залежных патрабаванняў.

Доўгі працэс укаранення MRP-2 дазволіў, з аднаго боку, дасягнуць росту эфектыўнасці прадпрыемстваў, а з другога боку, выявіў шэраг уласцівых гэтай сістэме недахопаў, у ліку якіх:

- арыентацыя сістэмы кіравання прадпрыемствам выключна на наяўныя заказы, што зрабіла цяжкім прыняцце рашэнняў на доўгую, сярэднетэрміновую, а ў шэрагу выпадкаў і на кароткатэрміновую перспектыву;

- слабая інтэграцыя з сістэмамі праектавання і канструявання прадукцыі, што асабліва важна для прадпрыемстваў, якія вырабляюць складаную прадукцыю;

- слабая інтэграцыя з сістэмамі праектавання тэхналагічных працэсаў і аўтаматызацыі вытворчасці;

- недастатковае насычэнне сістэмы кіравання функцыямі кіравання выдаткамі;

- адсутнасць інтэграцыі з працэсамі кіравання фінансамі і кадрамі.

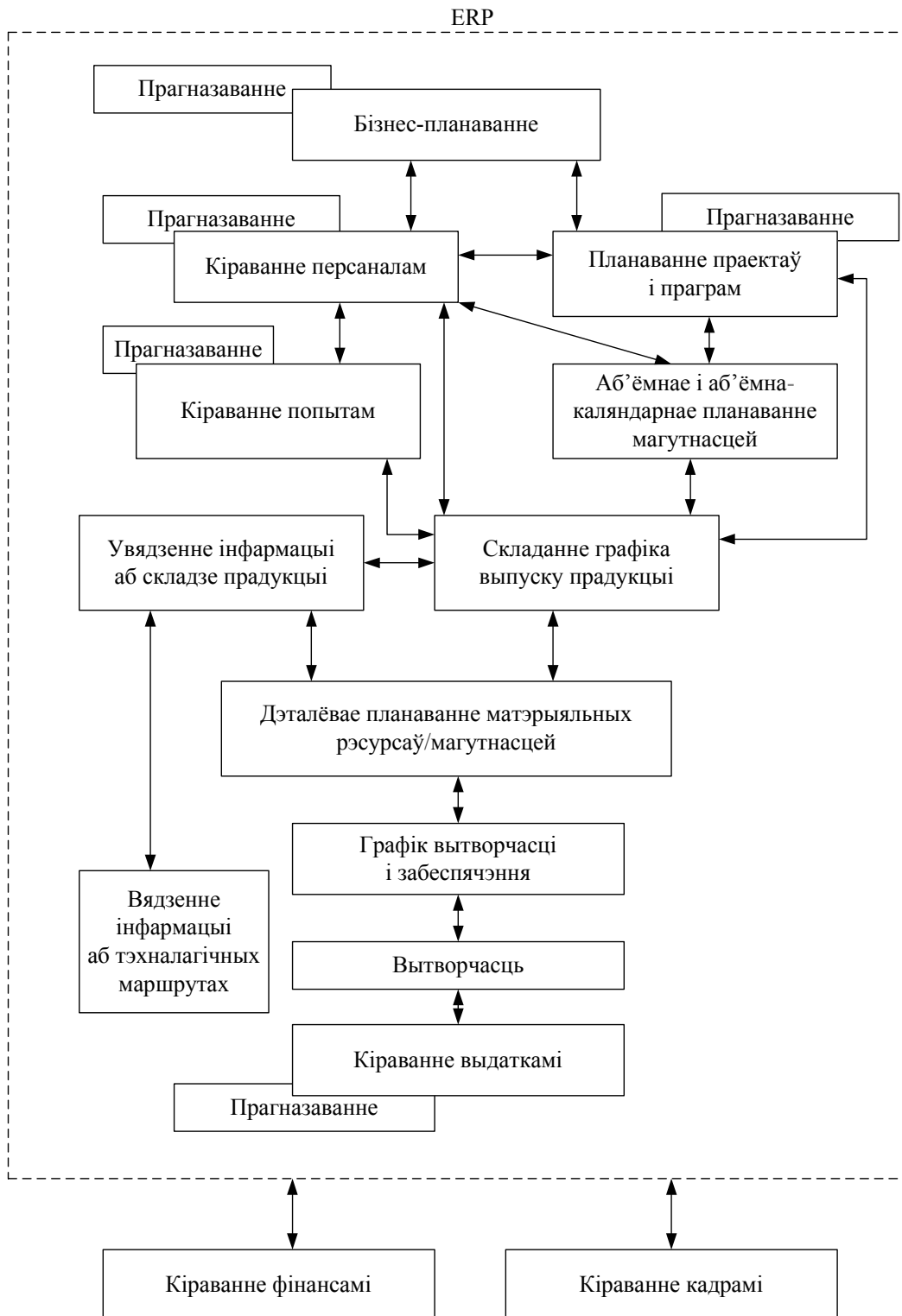
Неабходнасць пазбегнуць пералічаных недахопаў заахвоціла трансфарміраваць сістэмы MRP-2 у сістэмы новага класа – «Планаванне рэсурсаў прадпрыемства» (Enterprise Resource Planning – ERP). Сістэмы гэтага класа ў большай ступені арыентаваны на работу з фінансавай інфармацыяй для вырашэння задач кіравання вялікімі карпарацыямі з разнесенымі тэрытарыяльна рэсурсамі. Сюды ўключаецца ўсё, што неабходна для атрымання рэсурсаў, вырабу прадукцыі, яе транспартавання і разлікаў па заказах кліентаў. Акрамя пералічаных функцыянальных патрабаванняў, у ERP рэалізаваны і новыя падыходы па выкарыстанні графікі, рэляцыйных баз даных, CASE-тэхналогіяў для іх развіцця, архітэктурны вылічальных сістэм тыпу «кліент-сервер» і рэалізацыі іх як адкрытых сістэм. Сістэмы тыпу ERP папаўняюцца наступнымі функцыянальнымі модулямі – прагназаванне попыту, кіраванне праектамі, выдаткамі, складам прадукцыі, вядзенне тэхналагічнай інфармацыі. У іх прама або праз сістэмы абмену данымі ўбудоваюцца модулі кіравання кадрамі і фінансавай дзейнасцю прадпрыемства.

Узбудыненая структура ERP-сістэмы паказана на мал. 2.2.

Ніжэй тлумачацца элементы структуры кіравання ERP, дадзеныя да сістэмы MRP-2.

Прагназаванне. Ацэнка будучага стану або паводзін знешняга асяроддзя або элементаў вытворчага працэсу. Мэта – ацаніць патрэбныя параметры ва ўмовах нявызначанасці. Недахоп інфармацыі звязаны, як правіла, з фактарам часу. Прагназаванне можа насіць як самастой-

ны характар, так і апераджальны ў адносінах да планавання, уяўляць сабой першы крок у вырашэнні задачы планавання.



Мал. 2.2. Структура ERP-сістэмы кіравання

Кіраванне праектамі і праграмамі. У вытворчых сістэмах, прызначаных для выпуску складанай прадукцыі, уласная вытворчасць з'яўляецца адным з этапаў поўнага вытворчага цыкла. Яму папярэднічаюць праектаванне, канструктарская і тэхналагічная падрыхтоўка, а вырабленая прадукцыя падвяргаецца выпрабаванням і мадыфікацыі. Для складанай прадукцыі характэрны: вялікая працягласць цыкла, вялікая колькасць прадпрыемстваў-сумежнікаў, складанасць унутраных і знешніх сувязей. Адсюль вынікае неабходнасць кіравання праектамі і праграмамі ў цэлым і ўключэнне адпаведных функцый у сістэму кіравання.

Вядзенне інфармацыі аб складзе прадукцыі. Гэта частка сістэмы кіравання забяспечвае кіраўнікоў і вытворцаў інфармацыяй патрэбнага ўзроўню аб прадукцыі, вырабах, зборачных адзінках, дэталях, матэрыялах, а таксама аб абсталяванні і ўстройствах. Тут забяспечваецца адэкватная падача розных структур вырабаў, паўната даных, фіксацыя ўсіх змен. Асаблівае месца сярод вырашаемых задач належыць прамой задачы развузлавання для шматузроўневых вырабаў. Яна выкарыстоўваецца таксама пры планаванні патрабаванняў у матэрыяльных рэсурсах.

Вядзенне інфармацыі аб тэхналагічных маршрутах. Для вырашэння задач аператыўнага кіравання вытворчасцю неабходна інфармацыя аб паслядоўнасці аперацый, уваходных у тэхналагічныя маршруты, аб працягласці аперацый і колькасці выканаўцаў або працоўных месцаў, патрэбных для іх выканання.

Кіраванне расходамі. Гэты фрагмент сістэмы ацэньвае работу вытворчых і іншых падраздзяленняў з пункту гледжання расходаў. Тут выконваюцца работы па вызначэнні планавых і фактычных расходаў. Роля дадзенай падсістэмы – забяспечыць сувязь паміж кіраваннем вытворчасцю і кіраваннем фінансавай дзейнасцю шляхам вырашэння задач планавання, уліку, кантролю і рэгулявання расходаў. Задача, як правіла, вырашаецца з розных бакоў – па падраздзяленнях, праектах, тыпах і відах прадукцыі, вырабах і да т. п. Дадзеная інфармацыя выкарыстоўваецца для выпрацоўкі кіруючых рашэнняў, якія аптымізіруюць эканамічныя паказчыкі прадпрыемства.

Кіраванне фінансамі. У гэтай падсістэме вырашаюцца задачы кіравання фінансавай дзейнасцю. Практычна ва ўсіх замежных сістэмах у яе ўваходзяць чатыры падсістэмы глыбейшага ўзроўню – «Галоўная бухгалтарская кніга», «Разлікі з заказчыкамі», «Разлікі з пастаўшчыкамі», «Кіраванне асноўнымі сродкамі». Аўтаматызацыя кіравання фінансамі на прадпрыемстве дазваляе:

– узмацніць фінансавы кантроль шляхам абагульнення ўсёй фінансавай дзейнасці;

– палепшыць абарачэнне грашовых сродкаў шляхам забеспячэння поўнага кіравання крэдытамі і рахункамі дэбітараў;

– аптымізіраваць кіраванне грашовымі сродкамі шляхам аўтаматызацыі разлікаў з пастаўшчыкамі;

– максімізаваць аддачу ад капітальных укладанняў шляхам забеспячэння больш эфектыўнага кіравання асноўнымі сродкамі, арандуемай уласнасцю, рамонтнай базай, незавершаным капітальным будаўніцтвам.

Кіраванне кадрамі. У дадзенай падсістэме вырашаюцца задачы кіравання кадравымі рэсурсамі прадпрыемства. Задачи, вырашаемыя ў падсістэме кіравання кадрамі, звязаны з наборам, штатным раскладам, перападрахтоўкай, ростам па службе, аплатай і г. д.

Сістэма ERP, такім чынам, з’яўляецца палепшанай мадыфікацыяй MRP-2. Яе мэта – інтэграваць кіраванне ўсімі рэсурсамі прадпрыемства, а не толькі матэрыяльнымі, як гэта было ў MRP-2.

Такое пашырэнне сістэмы, павышаючы эфектыўнасць кіравання, разам з тым павялічвае і маштабы фармальнай сістэмы, што ўскладняе характар работы па стварэнні АСКП.

Яшчэ адной асаблівасцю ERP з’яўляецца, па сутнасці, захаванне падыходаў да планавання вытворчасцю, прынятых у MRP-2. Асноўная прычына заключалася ў тым, што на першапачатковым этапе пераходу ад MRP-2 да ERP магучнасць вылічальных сістэм была недастаткова для таго, каб забяспечыць шырокае ўжыванне метадаў мадэлявання і аптымізацыі. Абмежаванні вылічальнага характару прывялі, напрыклад, да таго, што планавыя рашэнні фарміруюцца шляхам цыклічнага паўтору двух крокаў. На першым кроку фарміруецца план без уліку абмежаванняў на вытворчыя магучнасці, на другім кроку ён правяраецца на дапушчальнасць. Працэс паўтараецца датуль, пакуль план, атрыманы на чарговай ітэрацыі, не будзе дапушчальным.

У ERP-сістэмах рашэнне аб уключэнні вырабу ў графік выпуску прадукцыі прымаецца не толькі на аснове рэальна наяўнага попыту, але і на аснове прагнозу попыту і ў сувязі з выкананнем вялікіх праектаў і праграм. Гэта, безумоўна, пашырае дыяпазон выкарыстання сістэмы кіравання і робіць яе больш гібкай і аператыўнай да змен знешняга асяроддзя.

Ніжэй прыводзіцца апісанне тых функцыянальных кампанентаў ERP, якія забяспечваюць кіраванне вытворчым працэсам на прадпрыемстве. Галоўная ўвага пры гэтым надаецца метадам кіравання, якія знаходзяць практычнае выкарыстанне ў базавых сістэмах ERP.

2.2. Функцыянальныя кампаненты ERP-сістэм

2.2.1. Прагназаванне эканамічных працэсаў

Прагназаванне можа быць патрэбным на некалькіх узроўнях сістэмы кіравання прадпрыемствам, паколькі попыт на прадукцыю і паслугі можа змяняцца з рознай перыядычнасцю.

Для сістэм кіравання прадпрыемствам найболей важнымі момантамі з'яўляюцца:

- іерархія прагнозаў;
- якасныя метады прагназавання;
- колькасныя метады прагназавання;
- спалучэнне прагназавання і планавання.

Класіфікацыя іерархіі прагнозаў прадстаўлена ў табл. 2.1.

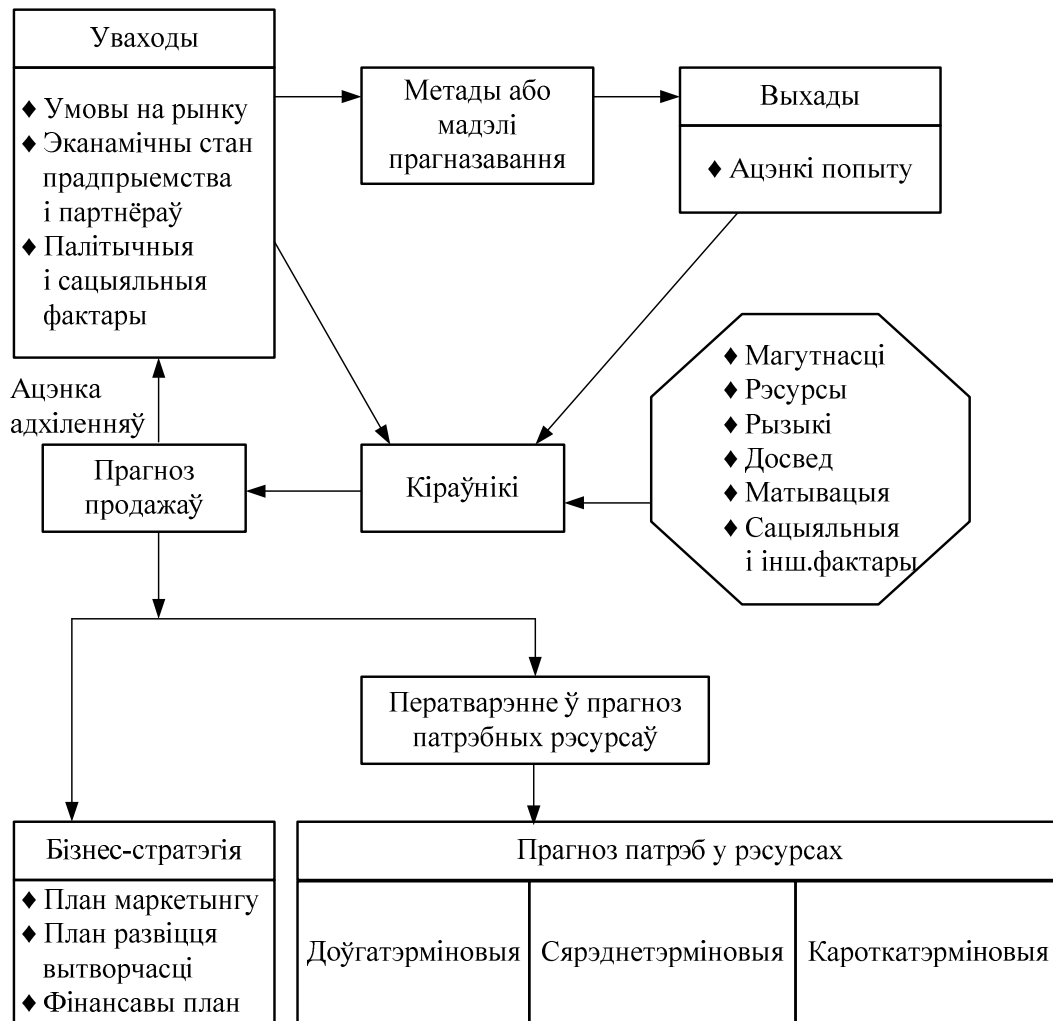
Якасныя метады прагназавання звычайна грунтуюцца на выяўленні фактараў, якія вызначаюць аб'ёмы продажу або сервісу. Затым фарміруюцца меркаванні адносна верагоднасцей праяўлення гэтых фактараў у будучыні.

Табліца 2.1

Класіфікацыя іерархіі прагнозаў

Тып прагнозу	Гарызонт прагназавання	Аб'екты прагназіравання
Доўгатэрміновы	Гады	Патрэбы рынку ў новых відах прадукцыі (у вартасным або натуральным выражэнні); патрабаванні рынку ў старой, г. зн. якая выпускаецца сёння, прадукцыі (у вартасным або натуральным выражэнні); патрабумемая прадукцыйнасць прадпрыемства; капіталаўкладанні; патрабаванні ў вытворчых магутнасцях прадпрыемства
Сярэднетэрміновы	Месяцы	Новыя тыпы або групы прадукцыі; прадукцыйнасць асобных вытворчасцей і падраздзяленняў; патрэбы ў кадрах; патрабаванні па закупках матэрыялаў; ацэнка запасаў
Кароткатэрміновы	Тыдні	Асобныя найменні прадукцыі; працаўнікі пэўных спецыяльнасцей і кваліфікацый; прадукцыйнасць абсталявання на асобных цэхах і ўчастках; узровень запасаў

На мал. 2.3 паказана ўзбуйненая схема фарміравання прагнозу і яго выкарыстання ў якасці першага кроку ў планаванні.



Мал. 2.3. Схема фарміравання прагнозу ў сістэме кіравання

Асноўныя якасныя метады.

1. Мазгавы штурм. Рабочай групе падаецца любая неабходная інфармацыя з БД прадпрыемства і знешніх БД. Удзельнікі групы ствараюць індывідуальныя прагнозы. Крайнія прагнозы адкідаюцца, а ролю кампраміснага выконвае прагноз, заснаваны на астатніх індывідуальных прагнозах.

2. Метад Дэлфі. У гэтым метадазе ўдзельнікі ананімна адказваюць на пытанні, атрымліваюць інфармацыю аб адказах усіх удзельнікаў, а затым працэс паўтараецца зноў да дасягнення згоды.

3. Агляд дзейнасці па продажках. Ацэнка продажаў у будучыні па рэгіёнах атрымліваецца тут на аснове ацэнак асобных прадаўцоў.

4. Аналіз інфармацыі ад пакупнікоў. Ацэнкі будучых продажаў атрымліваюцца прама ад пакупнікоў. Індывідуальныя ацэнкі зводзяцца разам.

5. Гістарычныя аналогіі. Маркетынжавыя даследаванні, апытанні, інтэрв'ю, выпрабавальныя продажы дазваляюць сфарміраваць аснову для праверкі гіпотэз адносна паводзін рэальнага рынку.

Якасныя метады заснаваны на нескладаных алгарытмах апрацоўкі інфармацыі. Аб'ём інфармацыі можа быць значным. Роля камп'ютэрных сістэм заключаецца ў інфармацыйнай падтрымцы.

Колькасныя метады прагназавання рэалізуюцца з дапамогай матэматычных мадэлей, якія базіруюцца на перадгісторыі. Падобныя мадэлі будуцца на здагадцы, што даныя аб паводзінах працэсу ў мінулым могуць быць распаўсюджаны і на будучыню.

Часцей за ўсё ў базавыя сістэмы і пакеты прыкладных праграм уключаюцца метады, заснаваныя на часавых шэрагах, атрыманых шляхам вымярэнняў у вызначаных часавых перыядах.

Як правіла, вынікі вымярэнняў паводзін працэсу ў мінулым могуць быць раскладзены на некалькі кампанентаў:

- трэнд, сталая доўгачасовая тэндэнцыя;
- цыклічны шэраг апісвае тую частку працэсу, якая паўтараецца з нізкай частатой;
- сезонны шэраг апісвае цыклы, паўтаральныя з высокай частатой на працягу года.

Выпадковая флуктуацыя ўяўляе сабой выпадковае адхіленне часовага шэрагу ад невыпадкавай функцыі, якая апісваецца трэндам, цыклічным і сезонным складнікамі.

Прагназаванне на аснове колькасных метадаў заключаецца перш за ўсё ў вызначэнні выгляду і параметраў функцыі, якія апісваюць невыпадковыя складнікі.

Найболей часта ўжываюцца наступныя колькасныя мадэлі прагназавання:

- лінейная рэгрэсія. Мадэль, накіраваная на выяўленне сувязі паміж залежнай зменнай (г. зн. прагназуемай велічынёй) і адной або больш незалежнымі зменнымі, прадстаўленымі ў выглядзе даных аб перадгісторыі. У простае рэгрэсіі ёсць толькі адна незалежная зменная, а ў множнай рэгрэсіі іх некалькі. Калі перадгісторыя прадстаўлена ў выглядзе часовага шэрагу, то незалежная зменная – гэта часовы перыяд, а залежная – прагназуемая велічыня, напрыклад, аб'ём продажаў;

– метады зменнага сярэдняга (для кароткатэрміновых прагнозаў). Дадзеная мадэль заснавана на часавых шэрагах. У гэтай мадэлі сярэдняе арыфметычнае фактычных паказчыкаў вылічана для прынятага ліку апошніх, якія прайшлі часавыя перыяды, і прымаецца за прагноз на наступны часавы перыяд;

– метадад узважанага зменнага сярэдняга. Працуе падобна да папярэдняй мадэлі, але ў ёй вылічваецца не сярэдняе, а сярэднеўзважанае значэнне, якое і прымаецца за прагноз на бліжэйшы часавы перыяд. Меншая вага прыпісваецца больш аддаленым перыядам;

– экспанентнае згладжванне. Гэта мадэль выкарыстоўвае часавыя шэрагі і прызначана для кароткатэрміновых прагнозаў. У дадзеным метададз велічыня, спрагназаваная для апошняга перыяду, карэктуюцца на аснове інфармацыі аб памылцы прагнозу ў апошнім перыядзе. Адкарэктаваны за апошні перыяд прагноз становіцца прагнозам на наступны перыяд.

Функцыі прагназавання і планавання могуць перасякацца, паколькі перасякаюцца перыяды прагназавання і планавання, а аб'ектам прагназавання і планавання можа быць адна і тая ж прадукцыя. Пры гэтым аб'ектам планавання з'яўляецца прадукцыя, на якую ёсць заказы. Прагноз жа па сваёй прыродзе на прамую не звязаны з наяўнымі заказамі.

У некаторых сістэмах прадугледжана наступная логіка вызначэння патрабаванняў да прадукцыі пры адначасовым прагназаванні і планаванні. Гарызонт планавання дзеліцца на тры часавыя зоны. Для кожнай зоны выкарыстоўваецца свой варыянт прыняцця рашэння аб велічыні патрэб у прадукцыі.

Варыянт 1. Патрэбы вылічваюцца на аснове фактычнага наяўнага попыту.

Варыянт 2. Патрэбы вылічваюцца на аснове попыту, за які прымаецца максімальнае значэнне з дзвюх велічынь – прагнозу і фактычнага попыту.

Варыянт 3. Матэрыяльныя Патрэбы вызначаюцца на аснове прагназіруемага попыту.

Шэраг базавых сістэм выкарыстоўвае і больш складаную логіку ўзаемадзеяння прагнозу і рэальнага попыту, якая ўключае ў сябе механізмы пераносу недакладнага прагнозу на наступныя інтэрвалы.

Выбар варыянта ўзаемадзеяння фактычнага і прагназуемага попыту – за карыстальнікам. Выбар залежыць ад тыпу вытворчасці, нумару зоны, знешніх умоў, у якіх працуе прадпрыемства.

2.2.2. Кіраванне праектамі і праграмамі

Адна з тэндэнцый развіцця вытворчасці заключаецца ў росце долі прадукцыі, не вырабляемай на склад і нават не збіраемай пад заказ, а праектуемай па заказах. Традыцыйнымі галінамі, дзе падобная арыентацыя заўсёды была вялікая, з'яўляюцца аэракасмічная і абаронная галіны. Любы новы выраб у гэтых галінах патрабуе выканання вялікага, доўгага і дарагога комплексу работ. Такія комплексы звычайна называюць праектамі або праграмамі.

Праект у шматлікіх выпадках становіцца самастойным аб'ектам кіравання і крыніцай заказаў, якія падаюцца ў вытворчыя сістэмы. Таму ў сучасных сістэмах ERP з'явіліся модулі, спецыяльна прызначаныя для кіравання праектамі або праграмамі.

Кіраванне праектам, з аднаго боку, непасрэдна падпарадкавана стратэгічным мэтам, якія ў першую чаргу рэалізуе бізнес-планаванне, а з другога боку, суправаджае патрэбы ў прадукцыі, якія перадаюцца ў модуль планавання продажаў або непасрэдна ў модуль фарміравання графіка выпуску прадукцыі. Патрэбы ў прадукцыі могуць падчас рэалізацыі праекта фармулявацца з рознай ступенню дакладнасці. Што да выглядаў і тыпаў прадукцыі, то сувязь з вытворчасцю праходзіць праз модуль «Планаванне продажу і выпуску прадукцыі». Што да відаў, то сувязь з вытворчасцю праходзіць праз модуль «Складанне графіка выпуску прадукцыі».

У аснове кіравання праектамі ляжаць сеткавыя мадэлі. Для работы з сеткавымі мадэлямі служаць два метады – метады крытычнага шляху (МКШ) і метады ацэнкі і перагляду праграм (МАПП). У гэтых метадах асноўная ўвага надаецца каляндарнаму кіраванню работамі. Адрозненне метадаў заключаецца ў тым, што ў метады МКШ ацэнкі працягласці аперацый абумоўліваюцца дэтэрміновымі велічынямі, а ў метады МАПП – выпадковымі. У цяперашні час абодва метады аб'яднаны ў рамках адзінага падыходу і атрымалі назву сеткавага планавання і кіравання (СПК). Па меры развіцця сферы ўжывання метады МАПП быў пашыраны для аналізу расходаў.

Сеткавае планаванне і кіраванне ўключае тры асноўныя этапы: структурнае планаванне, каляндарнае планаванне, апэратыўнае планаванне. У структурнае планаванне ўваходзіць: разбіццё праекта на аперацыі; ацэнка працягласці аперацый і пабудова сеткавай мадэлі; аналіз мадэлі на несупярэчлівасць.

Каляндарнае планаванне ўключае: разлік крытычнага шляху з выяўленнем крытычных аперацый; вызначэнне ранняга і позняга

часу завяршэння аперацый; вызначэнне рэзерваў часу для некрытычных аперацый.

Аператыўнае кіраванне заключаецца ў вырашэнні на сеткавай мадэлі задач уліку, кантролю, рэгулявання. Падчас рэгулявання карэкцыі могуць падваргацца не толькі параметры мадэлі, але і яе структура.

Пабудова сеткавай мадэлі выконваецца ў адпаведнасці з некаторымі правіламі. Падчас разліку вызначаюцца крытычныя і некрытычныя аперацыі праекта. Аперацыя лічыцца крытычнай, калі затрымка яе пачатку прыводзіць да павелічэння тэрміну завяршэння ўсяго праекта. Крытычны шлях вызначае бесперапынную паслядоўнасць крытычных аперацый, якія злучаюць зыходныя і завяршальныя падзеі. Некрытычная аперацыя мае рэзерв (запас) часу, паколькі прамежак часу паміж яе раннім пачаткам і познім завяршэннем больш за яе працягласць.

Для некрытычных аперацый вылічаюцца рэзервы часу. Адрозніваюць два асноўныя рэзервы часу:

1. Поўны рэзерв. Ён вызначаецца суадносінамі:

$$\text{Поўны рэзерв} = (\text{Позні час завяршэння аперацыі} - \text{Ранні час пачатку аперацыі}) - \text{Працягласць аперацыі}.$$

2. Вольны рэзерв. Ён вызначаецца ў дапушчэнні, што ўсе аперацыі ў сетцы пачынаюцца ў раннія тэрміны (г. зн. маецца на ўвазе левы крайні расклад работы). У крытычных аперацыях поўны і вольны рэзервы роўныя нулю. У некрытычных аперацыях поўныя рэзервы не роўныя нулю, а вольныя рэзервы могуць прымаць значэнні як ненулявыя, так і нулявыя.

Рэзервы важныя, таму што, зрушваючы расклад работ у рамках рэзерваў, можна дабіцца задавальнення абмежаванняў на рэсурсы або іх найболей раўнамернага выкарыстання. Пры размеркаванні рэсурсаў узнікае шматварыянтная задача, якая можа быць апісана як аптымізацыйная. У шэрагу базавых сістэм ERP і самастойных сістэм кіравання праектамі ёсць эўрыстычныя метады атрымання здавальняючага рашэння задачы.

У вялікіх і доўгатэрміновых праектах, асабліва на ранніх стадыях іх існавання, можа з'явіцца нявызначанасць часавых ацэнак работ, таму ўзнікае пытанне аб імавернасных характарыстыках праекта.

Імавернасны характар рэалізацыі праекта з дапамогай трох ацэнак яе працягласці для кожнай аперацыі:

- t_a – аптымістычная (мінімальная) ацэнка;
- t_n – песімістычная (максімальная) ацэнка;
- t_m – найболей верагодная ацэнка.

З гэтых трох ацэнак атрымліваюцца матэматычнае чаканне m і дысперсія V па формулах

$$m = (t_a + 4t_m + t_n) / 6,$$

$$V = [(t_n - t_a) / 6]^2 \cdot 2.$$

Тры ацэнкі для кожнай аперацыі дазваляюць вылічыць характарыстыкі нармальнага размеркавання – працягласць і дысперсію для кожнага шляху ў сетцы, а затым выказаць імавернасныя меркаванні адносна шляху. Напрыклад:

– верагоднасць таго, што крытычны шлях будзе большы за 3,5 тыдня, роўны 0,1;

– верагоднасць таго, што праект можна будзе завяршыць раней чым за 50 тыдняў, роўны 0,35.

Вартасны аспект кіравання праектамі ўводзіцца ў схему каляндарнага планавання з дапамогай залежнасці «кошт – час» для кожнай аперацыі праекта. Разлік з улікам вартасных фактараў накіраваны на пошук аптымальных суадносін «расход – час» для ўсяго праекта. Пры гэтым улічваецца, што сцісканне першапачатковага варыянта суправаджаецца ростам прамых расходаў і памяншэннем ускосных расходаў.

Функцыі ўліку і кантролю за ходам праекта забяспечваюцца раней пабудаваным каляндарным планам.

Сеткавая мадэль можа выкарыстоўвацца для вырашэння задач рэгулявання, г. зн. складання новых планаў па ходзе рэалізацыі праекта.

2.2.3. Планаванне вытворчасці і складанне графіка выпуску прадукцыі

Доўгатэрміновыя, сярэнетэрміновыя і кароткатэрміновыя планы ствараюцца на розных арганізацыйных узроўнях і ахопліваюць розныя часавыя перыяды. Створаныя на вышэйшым узроўні, доўгатэрміновыя планы адлюстроўваюць стратэгічныя мэты арганізацыі. Яны становяцца асновай для сярэдне- і кароткатэрміновых планаў. Сярэнетэрміновыя планы падраздзяляюцца на планы занятасці, узбуйненыя планы стварэння запасаў або планы вытворчасці, планы загрузкі, планы мадэрнізацыі магутнасцей, кантракты з пастаўшчыкамі. Гэтыя ўзбуйненыя планы з'яўляюцца асновай для пабудовы кароткатэрміновых планаў. Кароткатэрміновыя планы звычайна ахопліваюць ад некалькіх тыдняў да некалькіх месяцаў і ўключаюць графікі выпуску прадукцыі, графікі вытворчасці кампанентаў, графікі матэрыяльнага забеспячэн-

ня, аператыўныя вытворчыя графікі і графікі выкарыстання магутнасцей. Графікі вытворчасці – гэта кароткатэрміновыя планы вытворчасці тавараў або канчатковай прадукцыі.

Планаванне вытворчасці ўключае наступныя крокі:

1. Прагноз продажу і фіксацыя фактычнага попыту для кожнага віду прадукцыі. Ён паказвае колькасці, якія павінны быць прададзены ў кожны перыяд часу (тыдзень, месяц, квартал) планавага гарызонта (звычайна ад 6 да 18 месяцаў).

2. Звядзенне разам у агульны прагноз даных па ўсіх асобных відах прадукцыі і паслуг.

3. Пераўтварэнне сумарнага попыту ў кожным перыядзе ў колькасць працоўных, абсталявання і іншых складнікаў вытворчых магутнасцей, патрэбных для яго задавальнення.

4. Распрацоўка альтэрнатыўных схем выкарыстання рэсурсаў, якія дазваляюць забяспечыць вытворчыя магутнасці, што задавальняюць сумарны попыт.

5. Адбор з альтэрнатыў такога плана выкарыстання магутнасцей, які дазваляе задаволіць попыт і найлепшым чынам адпавядае мэтам арганізацыі.

Крок 5 прадугледжвае, што вытворчая сістэма абавязана задавальняць прагназуемы попыт. Ёсць, аднак, выпадкі, калі вытворчыя магутнасці не могуць быць павялічаны або калі прадукцыю больш выгадна вырабляць у аб'ёме, меншым за прагназуемы або фактычны попыт. У ERP-сістэмах прадугледжваецца, што мэта прадпрыемства складаецца ў задавальненні попыту.

Цэнтральнае месца ў планаванні вытворчасці займаюць наступныя пытанні:

- колькі вытворчых рэсурсаў кожнага віду ёсць у наяўнасці?
- які ўзровень магутнасці забяспечвае рэсурс кожнага віду?
- якім чынам вызначаецца магутнасць, зыходзячы з наяўных рэсурсаў?
- колькі каштуе змена магутнасцей у бок павелічэння або памяншэння?

Асноўнымі крыніцамі для вызначэння магчымасцей прадпрыемства пры распрацоўцы сярэнетэрміновых планаў з'яўляюцца: асноўны і за яго большы працоўны час; запасы прадукцыі, створаныя ў папярэднія перыяды; субкантракты на пастаўку прадукцыі або выкананне паслуг знешнімі партнёрамі.

Адрозніваюць наступныя віды сярэнетэрміновых планаў: збалансаваны і план з фіксаваным узроўнем магутнасці.

Збалансаваны план. У кожны момант часу размешчаныя магутнасці роўныя патрабаванням, якія вынікаюць з прагназіруемага попыту.

План з фіксаваным узроўнем магутнасцей. Магутнасці з'яўляюцца сталымі на ўсім гарызонце планавання. Адхіленне зменнага попыту ад магчымасцей сталых вытворчых магутнасцей кампенсуецца з дапамогай запасаў, затрыманага попыту, дадатковых работ і субкантрактаў.

На практыцы мэтазгодна разглядаць некалькі варыянтаў планаў з рознымі падыходамі да кампенсавання вагання попыту.

Для вырашэння задач планавання вытворчасці распрацаваны і выкарыстоўваюцца ў асноўным наступныя падыходы.

Лінейнае праграмаванне выкарыстоўваецца, як правіла, для мінімізацыі сумарных расходаў у планавым перыядзе. У расходы ўключаюцца: асноўная зарплата, дадатковая (на субкантракты, звальненне і найманне працуючых) і захаванне запасаў. Абмежаванні мадэлі звычайна ўключаюць максімальныя магутнасці і абмежаванні на ступень задавальнення попыту ў планавым перыядзе.

Лінейныя вырашальныя правілы грунтуюцца на выкарыстанні квадратычнай функцыі расходаў для пэўнай вытворчай сістэмы. Функцыя дазваляе вызначаць сумарныя расходы, якія ўключаюць: асноўную зарплату, звышвызначаныя, субкантракты, расходы на змену колькасці працаўнікоў і захаванне запасаў. У якасці незалежных зменных выступаюць аб'ём выпуску прадукцыі і колькасць працуючых. Функцыя будзеца для кожнага перыяду гарызонта планавання. Пасля лічбавага дыферэнцыравання атрымліваюцца два незалежныя лінейныя ўраўненні, якія дазваляюць для чарговага планаванага перыяду вызначаць аб'ёмы выпуску прадукцыі і неабходную колькасць працуючых.

Каэфіцыенты-кіраўнікі. У аснове гэтага падыходу ляжыць дапушчэнне, што асоба, якая прымае рашэнне, будзе план на аснове складанага крытэрыю і ўласнага досведу. Гэты метады выкарыстоўвае даныя аб перадагісторыі, звязаныя з рашэннямі ў мінулым, і дазваляе пабудаваць рэгрэсію, якая павінна быць выкарыстана для пабудовы плана.

Мадэляванне на камп'ютэры дазваляе правяраць шляхам разліку шматлікія спалучэнні вытворчых рэсурсаў з мэтай пошуку найлепшага плана на перыяд і на гарызонт.

Сярэднетэрміновыя планы вызначаюць колькасць прадукцыі, якую эканамічна, мэтазгодна вырабляць на прадпрыемстве. Па сярэднетэрміновых планах складаюцца графікі выпуску прадукцыі.

У графіку выпуску прадукцыі ўсталёўваецца колькасць канчатковай прадукцыі, якая павінна быць выпушчана ў кожны перыяд каротка-тэрміновага гарызонта планавання. Працягласць гарызонта планавання – ад некалькіх тыдняў да некалькіх месяцаў.

Пры складанні графіка вызначаныя раней аб'ёмы вытворчасці размяркоўваюцца ў выглядзе заказаў на выпуск прадукцыі.

Графікі выпуску прадукцыі ўвогуле складаюцца з чатырох участкаў, адзеленых адзін ад аднаго трыма межамі. Яныносяць наступныя назвы: замацаваны, фіксаваны, запоўнены, адкрыты.

Змены на замацаваным участку звычайна забаронены, паколькі яны вядуць за сабой змены планаў забеспячэння і вытворчасці прадметаў пасля іх запуску, што прыводзіць да росту расходаў. Фіксаваны ўчастак уяўляе сабой перыяд часу, на якім змены могуць адбывацца, але толькі ў выключных сітуацыях. Запоўнены ўчастак адпавядае часавому інтэрвалу, на якім усе вытворчыя магутнасці размеркаваны паміж заказамі. Змены на гэтым участку дапускаюцца і могуць прывесці да значных змен тэрмінаў выканання заказаў. Адкрыты ўчастак – гэта інтэрвал часу, на якім не ўсе вытворчыя магутнасці размеркаваны, і новыя заказы звычайна размяшчаюцца на гэтым участку.

Графік выпуску прадукцыі ствараецца на базе інфармацыі аб заказах, прагнозах попыту, стану запасаў і вытворчых магутнасцей. Падчас пабудовы графіка выконваецца праверка варыянтаў графіка на недагрузку або перагрузку вытворчых магутнасцей.

Графік з'яўляецца дынамічным і перыядычна абнаўляецца. Пры гэтым вырашаецца задача ўліку ходу вытворчасці, пачатак і завяршэнне гарызонта планавання зрушваюцца направа на адзін тыдзень, зноўку пераглядаецца ацэнка попыту. У сувязі з тым, што шмат попытаў, размешчаных у далёкіх перыядах, верагодней за ўсё, змяняюцца памеры набліжэння інтэрвалу часу да фіксаванага выгляду, патрабаванні да дакладнасці ацэнкі попыту для пачатковых перыядаў вышэйшыя, чым для аддаленых. Планаванне вытворчасці на ўзроўні графіка выпуску прадукцыі мае шэраг адметных асаблівасцей у залежнасці ад таго, працуе прадпрыемства на склад або па заказах. У найбольшай ступені схільныя да змен кіраванне попытам, памер партый запуску і колькасць выпускаемай прадукцыі.

У вытворчасці, якая выконвае заказы, пры ацэнцы попыту дамінуюць заказы, што паступілі ў дадзены момант. Графік складаецца звычайна на аснове партфеля заказаў. Памер партыі і колькасць выпускаемай прадукцыі звычайна супадаюць і вызначаюцца заказам. Працэс складання графіка для такіх прадпрыемстваў

найбольш складаны і працаёмкі, асабліва для шматнаменклатурнай вытворчасці.

У вытворчасці, якая працуе на склад, заказы паступаюць са склада гатовай прадукцыі. Заказы фарміруюцца на аснове прагназуемага попыту з боку патэнцыяльных заказчыкаў. У гэтых умовах узрастае роля прагназавання. У пачатковых перыядах гарызонта планавання магчыма наяўнасць партфеля заказаў, аднак яго ўдзельная вага невялікая. Памер партыі тут вельмі важны і вызначаецца зыходзячы з меркаванняў эканамічнай эфектыўнасці. Памяншэнне памеру партыі прыводзіць да росту долі сталых расходаў на адзінку прадукцыі, а павелічэнне памераў партыі – да росту запасаў і расходаў на іх захоўванне. Аптымальным з’яўляецца памер партыі, пры якім мінімізуюцца сумарныя расходы.

Планавы гарызонт можа змяняцца ў шырокіх межах – ад некалькіх тыдняў да года і больш. На выбар планавага гарызонта ўплываюць шматлікія фактары, але адзін фактар з’яўляецца вырашальным. У ERP-сістэмах выкарыстоўваецца правіла, паводле якога планавы гарызонт павінен быць не менш за найбольшы вытворчы цыкл сярод усіх вырабаў, разгледжаных пры складанні графіка.

Шырока ўжываецца падыход да стварэння графіка, пры якім падчас планаванняў вызначаная частка заказаў або планава-ўліковых адзінак з папярэдняга графіка фіксуецца, і новы графік складаецца ў выніку з дзвюх частак: фіксаванага складніка ранейшага графіка і змен да яго. Усе сучасныя прыкладныя сістэмы ўтрымліваюць модулі для пабудавання графіка выпуску прадукцыі.

Планаванне вытворчасці на ўзроўні графіка выпуску прадукцыі з’яўляецца адной з найбольш важных функцый у ERP-сістэмах. Пры яе нездавальняльнай рэалізацыі ўзнікаюць перагрузкі і недагрузкі магутнасцей, празмерны рост запасаў на адны вырабы і дэфіцыт іншых вырабаў. Наадварот, пры здавальняючай рэалізацыі паляпшаецца абслугоўванне заказчыкаў, зніжаецца ўзровень запасаў, больш эфектыўна выкарыстоўваюцца вытворчыя магутнасці.

У выніку вырашэння задачы складання графіка становяцца вядомымі час і аб’ёмы выпуску прадукцыі. Кіраванне забеспячэннем, вытворчасцю дэталей і зборачных адзінак і іншымі складнікамі вытворчага працэсу залежаць ад таго, якія сістэмы арганізацыі і кіравання выкарыстоўваюцца. У практыцы кіравання і ў літаратуры прынята наступная класіфікацыя: сістэмы з расходам запасаў, сістэмы з «праштурхоўваннем», сістэмы з «працягваннем» і сістэмы, сканцэнтраваныя на «вузкіх месцах».

Сістэмы з расходам запасаў сканцэнтраваны на падтрымцы рэзерваў матэрыяльных рэсурсаў, неабходных для вытворчасці, бо вытворцы не ведаюць загадзя тэрмінаў і колькасці патрэбных заказчыку рэсурсаў. Шматлікія віды прадукцыі ў такіх сістэмах вырабляюцца загадзя і складуюцца ў выглядзе запасаў гатовай прадукцыі або дэталей і зборачных адзінак. Па меры памяншэння запасаў прадукцыя або яе кампаненты вырабляюцца для іх папаўнення.

У сістэмах з «праштурхоўваннем» цэнтр цяжару ссоўваецца на выкарыстанне інфармацыі аб заказчыках, пастаўшчыках і прадукцыі, каб кіраваць матэрыяльнымі патокамі. Пастаўка партый матэрыялаў і паўфабрыкатаў на прадпрыемства плануецца як мага бліжэй да тэрмінаў вырабу дэталей і зборачных адзінак. Дэталі і зборачныя адзінкі вырабляюцца як мага бліжэй да тэрмінаў падачы на зборку, гатовая прадукцыя збіраецца і адпраўляецца як мага бліжэй да патрабаванага часу выканання заказу. Матэрыяльныя патокі «праціскаюцца» скрозь усе фазы вытворчасці.

Сістэмы з «працягваннем» арыентаваны перш за ўсё на скарачэнне ўзроўню запасаў на кожнай вытворчай фазе. Калі ў папярэдняй сістэме роля графіка складалася ў вызначэнні таго, што рабіць далей, то ў дадзенай сістэме праглядаецца толькі наступная стадыя, высвятляецца, што неабходна рабіць для яе выканання, і ажыццяўляюцца неабходныя дзеянні. Партыі ў вытворчасці перамяшчаюцца ад ранніх стадый да позніх без прамежкавага складавання. Існуе нямала разнастайных найменняў для падобных сістэм: «дакладна-у-тэрмін» (Just-in-Time), вытворчасць з кароткім цыклам, сістэмы з візуальным кіраваннем, вытворчасць без прамежкавых складоў, паточная вытворчасць, сінхранізаваная вытворчасць, сістэма фірмы «Гаёта». Як правіла, у літаратуры ўжываецца абрэвіатура першага наймення – JT.

Сістэмы тыпу JT з прычыны скарачэння незавершанай вытворчасці адчувальныя да парушэнняў вытворчага працэсу. Укараненне падобных сістэм патрабуе вялікай падрыхтоўчай работы.

Кіраванне ў сістэмах чацвёртага тыпу сканцэнтравана на так званых «вузкіх месцах» – аперацыях, станах або стадыях вытворчага працэсу, якія тармозяць вытворчасць, паколькі іх прадукцыйнасць меншая, чым на іншых участках вытворчай сістэмы.

2.2.4. Кіраванне запасамі (незалежныя сістэмы)

Падчас кіравання вытворчасцю сутыкаюцца дзве тэндэнцыі. Першая заключаецца ў тым, што неабходна мець запасы матэрыяльных рэсурсаў рознага віду. Другая заключаецца ў тым, што запасы

непажаданыя. Кожная з іх абгрунтавана прычынамі і знаходзіць адлюстраванне ў метадах кіравання запасамі. Падыходы да кіравання шмат у чым залежаць ад віду матэрыяльнага рэсурса. У ролі такога рэсурса могуць выступаць: канчатковая прадукцыя, незавершаная вытворчасць, матэрыялы і паўфабрыкаты.

Існуе шэраг прычын, па якіх мэтазгодна імкнучца да паніжэння ўзроўню запасаў. З ростам запасаў павялічваецца наступныя расходы і страты: прамыя і ўскосныя расходы, звязаныя з захоўваннем; расходы на кіраванне запасамі; страты, звязаныя з паніжэннем аддачы ад укладання ў матэрыяльныя рэсурсы; расходы, якія разглядаюцца як утоенае падзенне магутнасцей, паколькі частка магутнасцей выкарыстоўваецца на вытворчасць запасаў, а не гатовай прадукцыі; страты, звязаныя з паніжэннем якасці пры захоўванні.

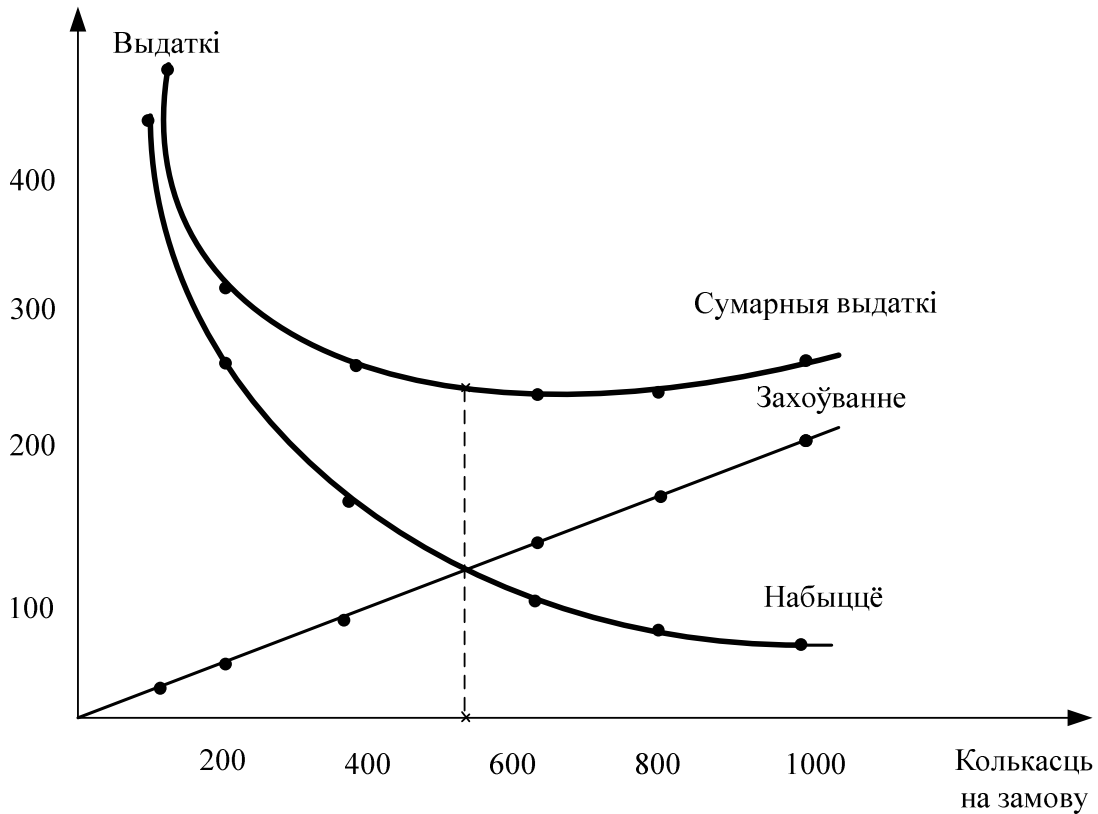
Некаторыя з гэтых расходаў з'яўляюцца ўскоснымі і слаба вылічваюцца, але несумненна тое, што палітыка паніжэння запасаў да аптымальнага ўзроўню спрыяе павышэнню эфектыўнасці вытворчасці.

У аснову сістэм кіравання запасамі ў ERP-сістэмах пакладзены шэраг мадэлей і метадаў, якія карыстальнікі могуць ужываць па ўласным выбары.

Попыт на матэрыяльныя рэсурсы можа быць незалежным і залежным. Незалежным называецца попыт, які не залежыць ад попыту на іншыя матэрыяльныя рэсурсы, што праходзяць праз запасы. У прыватнасці, незалежным заўсёды з'яўляецца попыт на канчатковую прадукцыю, паколькі ён вызначаецца зыходзячы з прагнозу і (або) заказаў спажыўцоў. Залежным называецца попыт, які залежыць ад попыту на іншыя матэрыяльныя рэсурсы, якія праходзяць праз запасы. Залежным з'яўляецца попыт на вырабы, якія з'яўляюцца кампанентамі гатовай прадукцыі. У той жа час незалежным з'яўляецца попыт на тыя ж самыя вырабы, калі яны становяцца канчатковай прадукцыяй, напрыклад, запаснымі часткамі. У дадзеным падраздзеле абмяркоўваюцца падыходы да кіравання запасамі ва ўмовах незалежнага попыту. Сістэмы з залежным попытам разгледжаны ў наступным раздзеле.

Асноўнай задачай кіравання запасамі з'яўляецца вызначэнне аптымальнага памеру заказу на матэрыяльныя рэсурсы пры папаўненні запасаў.

Мал. 2.4 адлюстроўвае вырашэнне задачы аб аптымальным аб'ёме заказу на якасным узроўні. З ростам аб'ёму аднаго заказу павялічваецца расходы на захоўванне і зніжаюцца расходы на набыццё і апрацоўку заказаў. Сумарныя расходы на складаванне могуць мець пункт мінімуму, які адпавядае аптымальнаму аб'ёму заказу (EOQ – Economic order quantity).



Мал. 2.4. Вырашэнне задачы аб аптымальным аб'ёме заказу на якасным узроўні

Адрозніваюць сістэмы з фіксаваным аб'ёмам заказу і сістэмы з фіксаваным часам заказу.

Асноўная ўласцівасць сістэмы з фіксаваным аб'ёмам заказу (FOQ-сістэмы) заключаецца ў тым, што заказы на папаўненне запасаў маюць пастаянную велічыню. Пры гэтым час падачы заказаў можа змяняцца. Пункт заказу дасягаецца, калі запасы памяншаюцца да крытычнага ўзроўню. Пункт заказу вызначаецца зыходзячы з ацэнкі чаканага расхода і паступленняў матэрыяльнага рэсурса. З прыбытцём чарговай партыі матэрыялаў заказы ўзрастаюць на фіксаваную велічыню.

У сістэме FOQ звычайна прадугледжваецца бесперапынны ўлік запасаў. Гэты ўлік забяспечваецца неадкладным адлюстраваннем у базе даных усіх аперацый, прыходу і расхода рэсурсаў. Для сістэмы FOQ асноўнымі з'яўляюцца дзве задачы: аб аб'ёме заказу і аб пункце заказу.

Вырашэнне задачы аб аптымальным аб'ёме заказу залежыць ад умоў, для якіх фармулюецца задача. У розных сістэмах можна сустрэць тры мадэлі для ацэнкі аптымальнага памеру заказу:

мадэль 1 – базавая мадэль вызначэння EOQ;
мадэль 2 – вызначэнне EOQ для вытворчых партый;
мадэль 3 – вызначэнне EOQ з улікам цэнавой палітыкі.

Мадэль 1 мае наступны выгляд.

Дапушчэнні:

1) агульны гадавы попыт, расходы на захоўванне і набыццё матэрыялаў паддаюцца ацэнцы;

2) сярэдні ўзровень запасаў роўны 0,5 велічыні заказу. Гэта раўнасільна ўвядзенню наступных спрашчальных дапушчэнняў: страхавы запас адсутнічае; заказаная колькасць паступае ў запасы цалкам і адначасова; матэрыялы расходуюцца раўнамерна; матэрыялы аказваюцца цалкам зрасходаванымі да прыбыцця чарговага заказу;

3) страты ад дэфіцыту і незадаволенага попыту адсутнічаюць;

4) цана на матэрыялы пастаянная (якая-небудзь адмысловая цанавая палітыка тыпу скідак адсутнічае).

Аптымальны аб'ём заказу, пры якім мінімізуюцца сумарныя гадавыя расходы на размяшчэнне ў запасах, прыведзены раней і вылічваюцца па формуле:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{C}},$$

дзе D – гадавы попыт на матэрыял; S – сярэдні расход на работы па набыццю матэрыялу па адным заказе (умоўна-пастаянныя расходы); C – расходы на захоўванне адзінкі матэрыялу на працягу года.

Формула носіць характар папярэдняй ацэнкі, бо атрымана для ўмоў, якія на практыцы сустракаюцца вельмі рэдка.

Мадэль 2 мае наступны выгляд. У параўнанні з мадэллю 1 улічана дадаткова адна ўмова – заказы вытворчасцю або пастаўшчыком выконваюцца не адначасова, а ўяўляюць сабой працэс з раўнамерным паступленнем матэрыяльных рэсурсаў.

У выніку для мадэлі 2 атрымана формула:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{C} \frac{p}{(p-d)}},$$

дзе p – стаўка вытворчасці; d – стаўка попыту.

Пастаўшчыкі, якія працуюць ва ўмовах рыначнай эканомікі, як правіла, робяць скідкі ў залежнасці ад аб'ёму закупаў (quantity discounting). У гэтых умовах узнікае неабходнасць аптымізацыі аб'ёму

заказу з мэтай выкарыстаць скідкі, але не прайграць пры гэтым з-за кошту росту расходаў на захоўванне.

Мадэль 3 дазваляе ацаніць уплыў скідак на памер партыі.

Са сказанага вынікае, што пры рабоце з базавай сістэмай ERP карыстальнік павінен дбайна вывучыць умовы, пры якіх пабудаваны мадэлі кіравання запасамі, уключаныя ў сістэму.

Другім важным пытаннем для сістэм кіравання запасамі з'яўляецца вызначэнне моманту заказу. У аснове падыходу да вызначэння моманту заказу ў сістэмах з фіксіраваным аб'ёмам заказу ляжыць прызнанне выпадковага характару попыту падчас выканання заказу.

Попыт падчас выканання заказу (demand during lead time (DDLТ)) уяўляе сабой колькасць матэрыяльнага рэсурса, які будзе патрэбны падчас чакання прыбыцця заказанай колькасці і папаўнення запаса.

Выпадковы характар попыту на працягу часу выканання заказу асабліва небяспечны для кіравання, паколькі вельмі цяжка прадказаць ваганні попыту менавіта тады, калі прадпрыемства асабліва адчувальнае – яно знаходзіцца ў стане чакання прыбыцця заказу, а ўзровень запасаў нізкі.

У выпадку затрымкі прыбыцця заказу або пры перавышэнні ўзроўню чаканага попыту ўзнікае сітуацыя дэфіцыту. Дадатковы запас, называемы страхавым, неабходны, каб паменшыць верагоднасць узнікнення дэфіцыту. Пры павелічэнні страхавога запаса ўзрастаюць расходы на яго захоўванне, пры яго памяншэнні ўзрастаюць страты, выкліканыя дэфіцытам.

Са сказанага ясна, што велічыня страхавога запаса мае аптымальнае ў некаторым сэнсе значэнне. Для яго вызначэння павінны быць вядомы страты ад дэфіцыту. Задача вызначэння страт ад дэфіцыту няпростая, паколькі ў іх павінны ўключацца страты, выкліканыя знешнімі і ўнутранымі прычынамі. Да знешніх можна аднесці, напрыклад, падзенне прыбыткаў з-за невыканання абавязкаў перад заказчыкамі. Да ўнутраных – дадатковыя расходы, звязаныя са зменай графіка выпуску прадукцыі, прыпыненнем вытворчасці і г. д. Менавіта ў сувязі з цяжкасцю вызначэння страт з-за дэфіцыту на практыцы ўжываецца падыход да вызначэння страхавых запасаў, заснаваны на верагоднасці абслугоўвання, якое задаецца кіраўнікамі.

Іншым метадам аптымізацыі страхавога запаса з'яўляецца падыход, заснаваны на табліцах плацяжоў. Гэты падыход дазваляе мінімізаваць суму чакаемых расходаў і страт для кожнага дыскрэтнага

моманту заказу. У затраты ўключаюцца расходы на захоўванне адзінкі матэрыяльнага рэсурса падчас выканання заказу. У страты ўключаецца ўсё, што звязана з дэфіцытам: страты прыбытку, дадатковыя расходы на транспартаванне, паскарэнне паставак і г. д.

У сістэмах з фіксаваным перыядам заказу кантроль запасаў выконваецца праз фіксаваныя часавыя інтэрвалы, а заказы размяшчаюцца на такую колькасць матэрыяльных рэсурсаў, каб давесці ўзровень запасаў да некаторага загадзя зададзенага ўзроўню. Аб'ём заказу вызначаецца па формуле

$$\begin{aligned} \text{Аб'ём заказу} &= \text{Верхні ўзровень запасаў} - \\ &- \text{Бягучы ўзровень запасаў} + \text{Чакаемы попыт}. \end{aligned}$$

Сістэмы падобнага тыпу ўжываюцца там, дзе перыядычна праводзіцца фізічная інвентарызацыя запасаў. Відавочным недахопам гэтых сістэм з'яўляецца павышаная рызыка ўзнікнення дэфіцыту, паколькі ўзровень запасаў адсочваецца толькі ў строга вызначаныя моманты часу. Таму ў адрозненне ад папярэдніх сістэм тут патрабуецца большы ўзровень страхавога запасу.

Найважнейшы момант для сістэм з фіксаваным перыядам – выбар аптымальнага моманту часу заказу.

Пры малым перыядзе ўзрастаюць расходы на апрацоўку заказаў. Пры вялікім перыядзе рэзка ўзрастаюць узровень запасаў і расходы на захоўванне і павышаецца верагоднасць дэфіцыту. Такім чынам, часавы інтэрвал паміж момантамі кантролю павінен быць такім, каб сумарныя расходы былі мінімальнымі.

Ніжэй прадстаўлены перадумовы, пры якіх пабудавана аптымізацыйная мадэль для сістэм з фіксаваным перыядам.

1. Гадавы попыт, расходы на захоўванне, расходы на апрацоўку заказу вядомы.

2. Сярэдні ўзровень запасу роўны 0,5 ад сярэдняга памеру заказу. Гэта дапушчэнне адпавядае: адсутнасці страхавога запасу; неадкладнаму выкананню заказу ў поўным аб'ёме; раўнамернаму і аднолькаваму расходу матэрыялаў.

3. Страты, выкліканыя дэфіцытам і незадавальненнем заказчыкаў, не ўлічваюцца.

4. Скідкі ў залежнасці ад аб'ёму заказу не ўлічваюцца.

Акрамя мадэлей, якія апісваюць паводзіны сістэм з фіксаванай колькасцю і фіксаваным перыядам, ужываюцца і іншыя мадэлі. Найбольш вядомыя сярод іх гібрыдныя мадэлі і мадэлі з адным перыядам.

Гібрыдныя мадэлі аб'ядноўваюць у сябе некаторыя, але не ўсе ўласцівасці мадэлей з фіксаваным аб'ёмам і перыядам. Адною з іх з'яўляецца мадэль з неабавязковым папаўненнем запасаў. Падобна да сістэм з фіксаваным перыядам кантроль запасаў вядзецца ў зададзеныя моманты часу, а заказ даецца на папаўненне запасаў да верхняй мяжы. Але ў адрозненне ад гэтых сістэм, папаўненне не ажыццяўляецца, калі ў момант кантролю запасы не зніжыцца ніжэй, чым зададзены ўзровень. Гэта мадэль прадухіляе падачу малых заказаў і можа быць эфектыўнай пры вялікіх расходах на апрацоўку заказу.

Іншая, даволі простая мадэль, пачынае сваю работу з усталявання вызначанага ўзроўню запасу. Затым, пры зніжэнні запасу неадкладна падаецца заказ на яго папаўненне. Гэта мадэль прадугледжвае тое, што запас будзе падтрымлівацца прыблізна на адным узроўні. Пачатковы запас прымаецца звычайна роўным чаканаму попыту плюс страхавы запас, і шматлікія папаўненні робяцца адносна малымі партыямі.

Падчас практычнай рэалізацыі сістэм кіравання запасамі ўзнікае шэраг цяжкасцей, для пераадолення якіх распрацаваны спецыяльныя прыёмы. Адзін з такіх прыёмаў – ужыванне так званай АВС-класіфікацыі. Вялікая колькасць выкарыстоўваемых у буйных вытворчых сістэмах матэрыяльных рэсурсаў выклікае патрабаванне ў іх класіфікацыі па кошце. Падыход, названы АВС-класіфікацыяй, грунтуецца на выкарыстанні таго факта, што малы працэнт матэрыяльных рэсурсаў у натуральных адзінках складае асноўную долю ў запасах у вартасным выражэнні.

У табл. 2.2 паказаны прыклад АВС-класіфікацыі. Усе віды аналізу, звязаныя з кіраваннем запасамі, павінны часцей адносіцца да групы А, радзей – да групы В, яшчэ радзей – да групы С.

Табліца 2.2

АВС-класіфікацыя

Матэрыял	Кошт запасаў, %	Колькасць у запасах, %	Група ў класіфікацыі
Матэрыял 1	75	20	А
Матэрыял 2	20	30	В
Матэрыял 3	5	50	С

Мадэлі аптымізацыі памеру партыі пры захаванні агульнага падыходу развіваюцца ў трох кірунках – павелічэнне колькасці складнікаў

расходаў, абагульненне мадэлі для стахастычнага выпадку, адаптацыя да зменных умоў.

Сёння існуюць шматлікія прыкладныя сістэмы, комплексна вырашальныя задачы кіравання запасамі. У якасці такіх сістэм можна назваць сістэмы IBM, BAAN, R/3.

2.2.5. Планаванне патрэб у рэсурсах

Сістэмы планавання патрэб у рэсурсах вызначаюць колькасць і час усіх вытворчых рэсурсаў, неабходных для вырабу канчатковай прадукцыі, зададзенай ў графіку выпуску прадукцыі. Вытворчыя рэсурсы ўключаюць матэрыялы і паўфабрыкаты, пакупныя вырабы, вырабы ўласнай вытворчасці, персанал, фінансы і вытворчыя магутнасці.

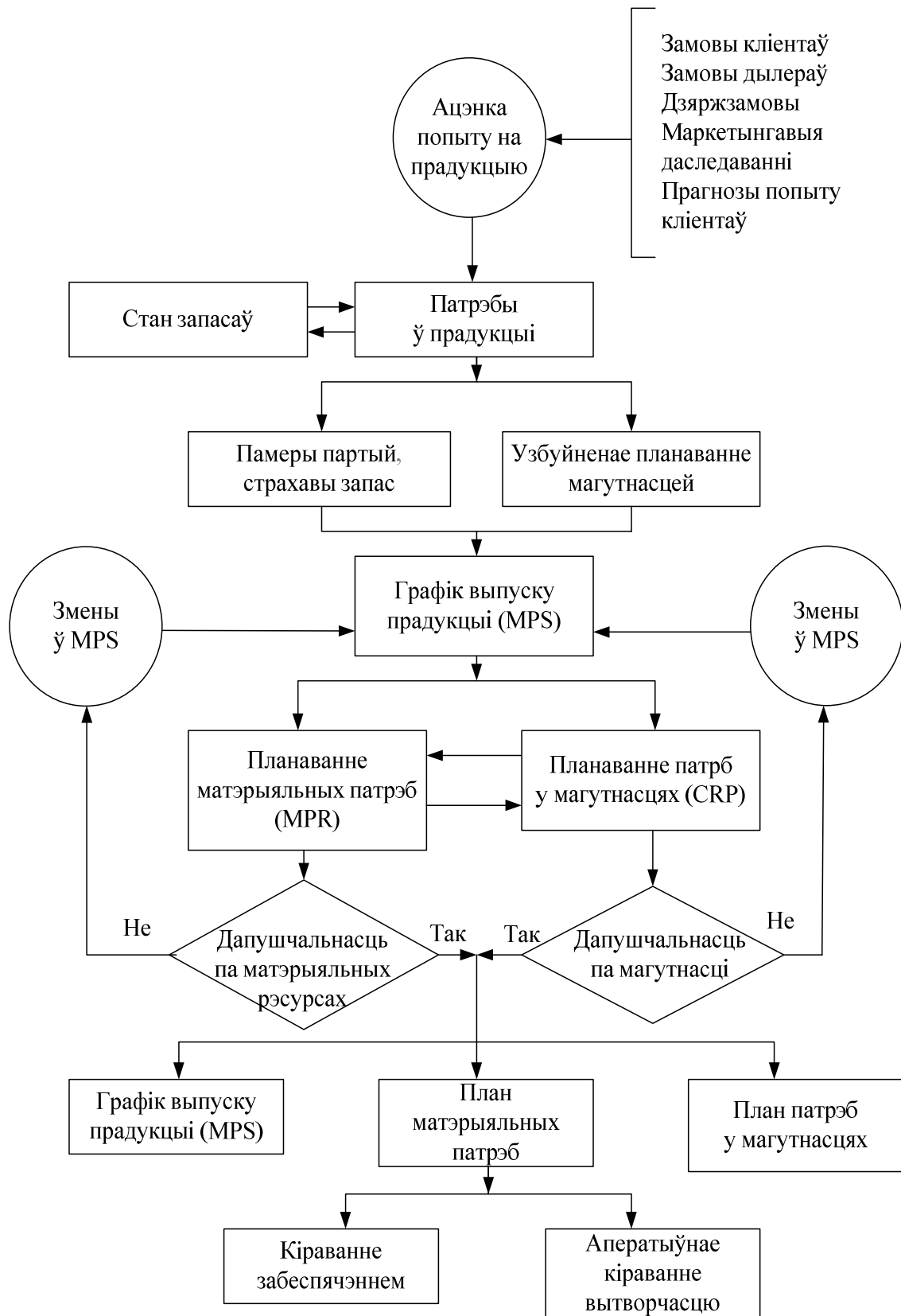
На мал. 2.5 паказаны асноўныя элементы сістэм планавання патрабаванняў у рэсурсах. Тут высвятляецца, ці можна атрымаць неабходныя матэрыяльныя рэсурсы ад пастаўшчыкоў і ці дастатковыя вытворчыя магутнасці, каб забяспечыць выкананне графіка выпуску прадукцыі. Калі эканамічна абгрунтаваныя магчымасці недастатковыя, то графік павінен быць зменены. Пасля таго як вызначана, што графік выпуску прадукцыі дапушчальны, планы патрэб у матэрыяльных рэсурсах і магутнасцях становяцца ядром кароткатэрміновага плана вытворчасці. Зыходзячы з плана патрабаванняў у матэрыяльных рэсурсах службы забеспячэння фарміруюць план паставак усіх набываемых матэрыяльных рэсурсаў, а службы кіравання вытворчасцю складаюць апэратыўныя вытворчыя планы.

Ніжэй апісваюцца два асноўныя элементы сістэм планавання патрабаванняў у рэсурсах – планаванне матэрыяльных патрабаванняў (MRP) і планаванне патрэб у магутнасцях (CRP).

Планаванне матэрыяльных патрэб грунтуецца на тым, што яны вызначаюцца як залежныя. Попыт на рэсурсы вызначаецца як сума патрэб па ўсіх відах прадукцыі, якія павінны быць выраблены.

Падсістэма MRP выконвае наступныя функцыі:

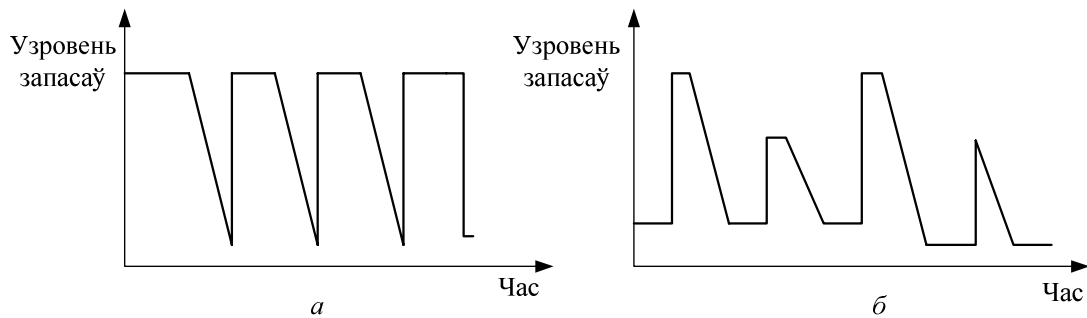
- успрымае інфармацыю MPS;
- разлічвае на аснове MPS патрэбы ў матэрыялах, паўфабрыкатах, DCE па інтэрвалах планавага гарызонта;
- памяншае гэтыя патрэбы для тых матэрыяльных рэсурсаў, якія ёсць у запасах;
- будзе графік заказаў на набыццё і вытворчасць у плануемым перыядзе.



Мал. 2.5. Асноўныя элементы сістэм планавання патрабаванняў у рэсурсах

MRP забяспечвае кіраўнікоў інфармацыяй, якая дазваляе вытрымаць тэрміны пастаўкі прадукцыі заказчыкам і забяспечвае своєчаснасць выканання ўнутраных заказаў падчас вытворчага працэсу.

На мал. 2.6 паказана дынаміка ўзроўню запасаў пры выкарыстанні сістэмы MRP.



Мал. 2.6. Дынаміка ўзроўню запасаў пры выкарыстанні сістэмы MRP:
 а – сістэмы з фіксаваным аб'ёмам і момантам заказу; б – сістэма MRP

Калі аб'ём заказу фіксіраваны, ужываецца палітыка «кропкі заказу». Пры гэтым заказаная колькасць плюс страхавы запас захоўваюцца ў запасах датуль, пакуль канчатковая прадукцыя, у якой дадзеныя матэрыялы і паўфабрыкаты ўжываюцца, не патрапіць у графік выпуску прадукцыі. Але чаканне можа зацягнуцца, і ў выніку вялікую частку часу сістэма будзе працаваць з высокім узроўнем запасаў, а час з нізкім узроўнем будзе адносна невялікі. Наадварот, у MRP заказы на матэрыяльныя рэсурсы ўзнікаюць сінхронна са з'яўленнем вырабу на аснове графіка выпуску прадукцыі. Вынікам з'яўляецца значнае паніжэнне сярэдняга ўзроўню запасаў і расходаў на іх.

Падсістэма MRP дазваляе лепш арганізаваць кіраванне колькасцю і часам пастаўкі матэрыяльных рэсурсаў у вытворчасці. Акрамя таго, уваходны паток матэрыяльных рэсурсаў становіцца кіруемым у сувязі са зменамі вытворчых планаў розных узроўняў.

Гэта з'яўляецца вынікам выкарыстання канцэпцыі, якая заключаецца ў тым, што ўсе матэрыяльныя рэсурсы (матэрыял, дэталі, зборачная адзінка), неабходныя для выкарыстання ў вытворчасці, павінны прыбыць адначасова туды, дзе вырабляецца канчатковая прадукцыя, што трапіла ў графік выпуску прадукцыі. Такі падыход дазваляе паскорыць рух рэсурсаў, якія спазняюцца і тармозяць рух рэсурсаў, якія могуць прыбыць раней тэрміну.

Уваходамі ў MRP з'яўляюцца графік выпуску прадукцыі і даныя аб стане запасаў і складзе прадукцыі. Гэта ўваходная інфармацыя апрацоўваецца праграмнымі сродкамі MRP.

У выніку выдаецца наступная выхадная інфармацыя: зварот да даных аб стане запасаў, якія падтрымліваюць даныя ў актуалізаваным стане; спланаваныя заказы для забеспячэння графіка; справаздачы, якія забяспечваюць кіраўнікоў інфармацыяй для вырашэння задач кіравання вытворчасцю.

У MRP не разглядаецца пытанне аб дапушчальнасці графіка. Мяркуецца, што графік з'яўляецца дапушчальным з пункту гледжання вытворчых магутнасцей. Графік у MRP пераўтвораецца ў матэрыяльны патрабаванні. Калі гэтыя патрабаванні не могуць быць задаволены размешчанымі матэрыяламі ў запасах ці ва ўжо пададзеных заказах або існуюць часовыя абмежаванні на новыя заказы, тады графік выпуску прадукцыі неабходна адкарэктаваць. Гэты працэс можа выконвацца паралельна з праверкай на дапушчальнасць па магутнасцях.

Праверка на дапушчальнасць графіка па магутнасцях у некаторых сістэмах ERP выконваецца ў модулі «Фарміраванне графіка выпуску прадукцыі». Такім чынам, у MRP пападае дапушчальны з гэтага пункту гледжання план верхняга ўзроўню. Аднак гэта не адмяняе неабходнасць праверкі на дапушчальнасць і на ўзроўні MRP. Наогул, у большасці сучасных сістэм праверка планаў на дапушчальнасць выконваецца практычна на ўсіх узроўнях планавання. Падсістэма планавання графіка выпуску прадукцыі кіруе работай падсістэмы MRP і з'яўляецца асновай для MRP у частцы планавання патрабаванняў у пакупных матэрыялах і ва ўласнай вытворчасці. Па меры таго, як графік абнаўляецца, вынікі работы MRP таксама мадыфікуюцца. Заказы на матэрыяльныя рэсурсы паскараюцца, запавольваюцца або выводзяцца з сістэмы. Характар замацавання плана ў графіку выпуску прадукцыі паўтараецца і ў MRP.

Даныя аб складзе вырабаў і ўжывальнасці матэрыялаў уяўляюць сабой поўны спіс усіх выпускаемых вырабаў, колькасць матэрыялаў на адзінку прадукцыі, структуру прадукцыі. Даныя падтрымліваюцца ў актуальным стане па меры праектавання і канструявання вырабаў і занясення праектна-канструктарскіх змен. Актуалізаваны стан даных з'яўляецца адной з асноўных умоў работы ў MRP. Пры ўмове, што даныя актуалізаваныя і дакладныя, графік выпуску прадукцыі адразу пасля яго падрыхтоўкі можа быць пераўтвораны ў матэрыяльныя патрабаванні.

Падсістэма MRP працуе наступным чынам.

1. З MPS атрымліваецца колькасць вырабаў, якія неабходна выпусціць у кожным інтэрвале планаванага перыяду.

2. Да вырабаў далучаюцца сервісныя паслугі, якія не былі ўключаны ў графік, але зыходзячы з заказаў кліентаў разглядаюцца як канчатковая прадукцыя.

3. Інфармацыя аб вырабах, вызначаных вышэй, пераўтвораецца ў агульныя патрабаванні па ўсіх матэрыяльных рэсурсах па ўсіх перыядах зададзенага гарызонта з улікам інфармацыі аб складзе вырабаў і ўжывальнасці матэрыялаў.

4. З дапамогай інфармацыі аб стане запасаў для кожнага перыяду вылічваецца чыстыя патрабаванні па формуле:

$$\begin{aligned} \text{Чыстыя патрабаванні} &= \text{Агульныя патрабаванні} - \\ &- \text{Запас у наяўнасці} + \text{Страховы запас} + \\ &+ \text{Запасы, прызначаныя для іншых прадпрыемстваў}. \end{aligned}$$

Калі чыстыя патрабаванні не нульвыя, неабходна сфарміраваць заказы на адпаведны матэрыяльны рэсурс.

5. Заказы зрушваюцца на раннія часавыя перыяды ў адпаведнасці з вытворчымі цыкламі або цыкламі выканання заказаў пастаўшчыкамі. Так вызначаецца час запуску заказа ў вытворчасць або падачы заказа пастаўшчыку.

З MRP выдаюцца транзакцыі ў падсістэму кіравання запасамі (пералік запускаемых заказаў, змены ў заказах і т. п.), якія выкарыстоўваюцца для карэкцыі файла стану запасаў. Кожны раз, калі ўзнікаюць чыстыя патрабаванні ў матэрыяльных рэсурсах, у MRP павінна выпрацоўвацца рашэнне аб аптымальным памеры партыі заказу (lot-sizing decision). Існуюць розныя метады яго вырашэння. У іх ліку, у прыватнасці, метады нарматыўнага заказу (lot-for-lot (LFL)) і метады перыядычнага папаўнення запасаў (period order quantity (POQ)). Першы заключаецца ў тым, што памер партыі прымаецца роўным чыстым патрабаванням. У другім – памер партыі прымаецца роўным чыстым патрабаванням за перыяд, працягласць якога з'яўляецца параметрам сістэмы. Практычнае ўжыванне ў рэальных сістэмах знаходзяць паказаныя метады або іх мадыфікацыі.

У модулях MRP шматлікіх сістэм дапускаецца планаванне толькі змен. У гэтых сістэмах графік выпуску прадукцыі абнаўляецца толькі за кошт змен. Сістэма MRP затым прыводзіцца ў дзеянне, каб выдаць выхадную інфармацыю, датычную толькі праведзеных змен, а не ўсяго новага графіка. Такі падыход азначае, што ўсе разлікі выконваюцца на падмностве планава-ўліковых адзінак з графіка. З пункту гледжання тэорыі кіравання такі падыход з'яўляецца правамерным, аднак ён не заўсёды з'яўляецца эфектыўным, бо можа прывесці ў шэрагу вы-

падкаў да росту працаёмкасці і расходаў камп'ютэрных рэсурсаў на адбор падмноства, для якога праводзіцца вызначэнне матэрыяльных патрабаванняў.

Для адносна нескладаных вытворчых працэсаў выкарыстоўваецца перыядычны пераразлік MRP на поўным мностве. Такія сістэмы, безумоўна, прасцейшыя ў праектаванні і ўкараненні. Аднак яны не могуць ужывацца пастаянна для шматнаменклатурнай шматсерыйнай і індывідуальнай вытворчасці, бо гэта прывяло б да рэзкага ўзрастання патрабаванняў у камп'ютэрных рэсурсах і паніжэння эфектыўнасці сістэмы кіравання.

Модулі MRP выкарыстоўваюцца і ў спецыфічных вытворчасцях, якія ажыццяўляюць зборку пад заказ (assemble-to-order). У гэтых вытворчасцях наменклатура канчатковай прадукцыі вельмі разнастайная, паколькі заказчыкі атрымліваюць магчымасць абраць шматлікія канфігурацыі. На аснове невялікай колькасці базавых мадэлей вырабаў і шматлікіх апцыянальных магчымасцей колькасць відаў канчатковай прадукцыі можа дасягаць астранамічных велічынь.

Па гэтай прычыне на прадпрыемствах, якія ажыццяўляюць зборку пад заказ, графік выпуску прадукцыі і план матэрыяльных патрабаванняў MRP апрацоўваюцца асобна ад графіка зборкі пад заказ (final assembly schedule (FAS)). Графік FAS звычайна распрацоўваецца на адзін-два тыдні, і ў яго ўключаецца унікальная прадукцыя, заказаная кліентамі. У той жа самы час графік выпуску прадукцыі, MRP і ўсе іншыя элементы сістэмы планавання патрабаванняў у рэсурсах звязаны з больш доўгімі вытворчымі цыкламі і не грунтуюцца на унікальных заказах. У сістэме MPS пры пабудове FAS апрацоўваецца так званы модульны склад вырабу, які адлюстроўвае ўласцівасці сямейства прадукцыі. Ён уяўляе сабой спіс з указаннем прагназуемага ў працэнтах попыту кліентаў на варыянты, якія ствараюцца на аснове базавай камплектацыі, агульнай для ўсіх заказаў. Такі падыход значна памяншае нагрузку на вылічальную сістэму з боку MRP, але прыводзіць да неабходнасці ўжывання спецыяльных метадаў і сродкаў пабудовы FAS і вядзення файла складу вырабу.

Планаванне патрабаванняў у вытворчых магутнасцях уяўляе сабой частку сістэмы планавання патрабаванняў у рэсурсах. Яна прызначана для праверкі графіка выпуску прадукцыі на дапушчальнасць па магутнасцях. Падчас гэтай праверкі план прапрацоўваецца да ўзроўню, дзе заказы звязаны з працоўнымі месцамі, а падчас прыняцця рашэння могуць разглядацца варыянты ўстаноўкі

дадатковага абсталявання, магчымасці выканання работы па субкантракце на старане.

Падсістэма CRP выбірае інфармацыю аб заказах, змешчаную ў планах MRP, і прыпісвае заказы да працоўных месцаў у адпаведнасці з маршрутнымі тэхналогіямі. У маршрутных тэхналогіях зададзена паслядоўнасць вытворчых працэсаў для кожнага заказа. Затым інфармацыя аб партыях матэрыяльных рэсурсаў пераўтвораецца ў даныя аб нагрузцы на магутнасці на аснове нормаў расходаў матэрыялаў і часу работы абсталявання. Затым складаюцца графікі нагрузкі па ўсіх заказах для кожнага працоўнага месца. Калі магутнасць дастатковая па ўсіх працоўных месцах ва ўсіх часавых перыядах, то графік MPS зацвярджаецца. Калі не, то неабходна высветліць: ці можна змяніць магутнасці якім-небудзь рацыянальным спосабам, напрыклад, за кошт устаноўкі дадатковага абсталявання або перадачай заказаў на бок па субкантракце. Калі такіх магчымасцей няма, то неабходна перагледзець маршруты з мэтай паніжэння нагрузкі на «вузкія месцы» або перагледзець графік выпуску з пункта гледжання змены ў першую чаргу тэрмінаў запуску і, калі магчыма, тэрмінаў выпуску.

Цэнтральным момантам праверкі дапушчальнасці графіка MPS з'яўляецца пабудова графікаў нагрузкі на працоўных месцах.

Графік нагрузкі ствараецца для параўнання нагрузкі з размешчанымі магутнасцямі па перыядах гарызонта планавання. Графікі нагрузкі будуцца ад канчатковых стадый вытворчасці да пачатковых.

Часам дэталізацыя плана MRP да пачатку работ не праводзіцца, а ацэнка яго дапушчальнасці выконваецца на аснове вытворчых цыклаў для кампанентаў і аб'ёмна-каляндарных ацэнак патрабаванняў у магутнасцях.

2.2.6. Кіраванне матэрыяльнымі рэсурсамі і забеспячэннем

У рамках вытворчага працэсу існуе матэрыяльная сістэма, якая ахоплівае ўсе матэрыяльныя рэсурсы, якія ўдзельнічаюць у вытворчым працэсе, пачынаючы ад змешчаных у пастаўшчыкоў і закончваючы адпраўленымі заказчыку.

Працэс кіравання ахоплівае ўсе віды матэрыяльных патокаў, існуючых на стадыях забеспячэння, вытворчасці, захоўвання, адгрузкі і размеркавання гатовай прадукцыі, што адлюстроўвае сувязі паміж сіс-

тэмамі планавання патрэб у матэрыяльных рэсурсах і кіраваннем матэрыяльнымі рэсурсамі.

Матэрыяльнае кіраванне ў розных сістэмах можа адрознівацца, але, як правіла, уключае кіраванне закупкай, лагістыкамі, захоўваннем, тэмпам выканання аперацый.

Найболей часта сустракаюцца наступныя функцыі па кіраванні закупкамі.

1. Вядзенне баз даных аб пастаўшчыках. Тут утрымліваецца інфармацыя аб пастаўшчыках, іх цяперашняй і будучай прадукцыі, якасці прадукцыі і цане.

2. Адбор пастаўшчыкоў для кожнага віду матэрыяльных рэсурсаў. Адбор выконваецца на аснове аналізу пастаўшчыкоў.

3. Заключэнне кантрактаў з пастаўшчыкамі. У кантракты звычайна ўключаюцца такія ўмовы і патрэбы, як цана, плацяжы, скідкі, графік пастаўкі, якасць, умовы эксплуатацыі, умовы аплаты.

4. Забеспячэнне сувязі ўсіх падраздзяленняў фірмы з пастаўшчыкамі.

5. Асноўнымі дакументамі, з якімі працуе аддзел закупаў, з'яўляюцца: матэрыяльная спецыфікацыя, заяўка на закупку, запыт аб цане, заказ на закупку.

Лагістыкай называюць кіраванне рухам матэрыяльных рэсурсаў унутры прадпрыемстваў, адгрузкай матэрыялаў ад пастаўшчыка і адгрузкай гатовай прадукцыі заказчыку.

Кіраванне ажыццяўляецца з дапамогай наступных працэсаў.

1. Выгрузка матэрыялу з транспартнага сродку і размяшчэнне яго ва ўваходным складзе.

2. Перамяшчэнне матэрыялу з уваходнага склада да месца ўваходнага кантролю.

3. Перамяшчэнне матэрыялу ад месца ўваходнага кантролю да месца захоўвання і яго знаходжання там, пакуль ён не спатрэбіцца.

4. Водпуск матэрыялу са склада і падача яго да месца выкарыстання ў вытворчасці.

5. Перамяшчэнне матэрыялу паміж аперацыямі.

6. Перамяшчэнне гатовай прадукцыі пасля канчатковай зборкі ў склад гатовай прадукцыі.

7. Водпуск гатовай прадукцыі і перадача яе на пакаванне і адгрузку.

8. Перамяшчэнне гатовай прадукцыі на грузавую пляцоўку.

9. Загрузка гатовай прадукцыі ў транспартны сродак на грузавой пляцоўцы.

З лагістыкай цесна звязаны метады кіравання захоўваннем матэрыялаў і прадукцыі ад моманту атрымання ад пастаўшчыка да моманту адгрузкі заказчыку.

Пад захоўваннем матэрыялаў на складзе разумеюць комплекс функцый, што ўключаюць змяшчэнне ў склад, размяшчэнне ў складзе і інвентарызацыю. Гэтыя функцыі выконваюцца для ўсіх відаў матэрыяльных рэсурсаў ад матэрыялаў і паўфабрыкатаў да гатовай прадукцыі.

Як правіла, у дыскрэтнай вытворчасці матэрыялы спачатку прыбываюць на склад, дзе фіксуецца іх паступленне ў запасы. Затым па заяўках, якія зыходзяць ад вытворчасці, яны падаюцца ў прызначаны час у патрабуемае месца.

Падчас захоўвання змена стану матэрыяльных рэсурсаў адзначаецца ў выглядзе запісаў у базе даных. Асобныя пазіцыі, для якіх робяцца асобныя запісы, называюцца адзінкамі захоўвання. Падчас інвентарызацыі ўсе запісы апрацоўваюцца, што дае магчымасць вызначыць наяўнасць, прыход, расход і іншыя змены, якія ўплываюць на баланс адзінак захоўвання. Акрамя таго, запісы могуць адлюстроўваць чаканыя паступленні, аб'яцаныя да водпуску або размеркаваныя адзінкі захоўвання, нават калі апошнія знаходзяцца ўсё яшчэ ў запасах.

Шматлікія фірмы сёння выкарыстоўваюць камп'ютэрныя сістэмы з бесперапыннай інвентарызацыяй, запісы якіх апрацоўваюцца ў рэальным часе. У гэтых запісах, аднак, могуць быць памылкі, і для таго, каб кампенсаваць іх уздзеянне, у сістэмы ўключаюцца рэжымы перыядычных падлікаў.

Перыядычнасць падлікаў можа быць рознай: пры дасягненні моманту заказу, пры пастаўцы, праз вызначаны часавы інтэрвал. Усе матэрыялы ў залежнасці ад іх каштоўнасці дзеляцца на тры групы – А, В, С. Для кожнай групы можа быць усталявана свая перыядычнасць. У вытворчасці узнікаюць сітуацыі, якія патрабуюць карэкціўкі ўздзеяння тыпу паскарэння або запаволення заказаў праз сістэму кіравання матэрыяльнымі рэсурсамі. Шматлікія прыкладныя сістэмы ўтрымоўваюць у сваім складзе працэдуры і функцыі, што забяспечваюць адаптыўнасць, якая заключаецца ў змене хуткасці выканання заказаў.

Сістэмы тыпу ERP актыўна ўжываюцца таксама для рашэння задач аптымізацыі маршрутаў перавозак, аптымізацыі загрузкі транспартных сродкаў, забеспячэння сувязі паміж удзельнікамі працэсу транспартавання і адпраўнікамі, фарміравання планаў адгрузкі прадукцыі і запасных частак. Адна з тэндэнцый сучасных ERP-сістэм – інтэграцыя сістэм кіравання лагістыкай, транспартаваннем і размеркавальнымі сістэмамі.

2.3. Прыклад рэалізацыі ERP-сістэмы: АСК «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам»

2.3.1. Агульная канцэпцыя

Аўтаматызаваная сістэма кіравання «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам» з'яўляецца комплексным прыкладным рашэннем, якое ахоплівае асноўныя контуры кіравання і ўліку на вытворчым прадпрыемстве. Рашэнне дазваляе арганізаваць комплексную інфармацыйную сістэму, якая адпавядае карпаратыўным і міжнародным стандартам і забяспечвае фінансава-гаспадарчую дзейнасць прадпрыемства.

Прыкладное рашэнне стварае адзіную інфармацыйную прастору для адлюстравання фінансава-гаспадарчай дзейнасці прадпрыемства, ахапліваючы асноўныя бізнес-працэсы. У той жа час выразна размяжоўваецца доступ да захоўваемых звестак, а таксама магчымасці тых або іншых дзеянняў у залежнасці ад статусу працаўнікоў.

У прыкладным рашэнні прыняты наступныя суадносіны даных розных ўлікаў:

- незалежнасць даных кіраўнічага, бухгалтарскага і падатковага ўліку;

- супастаўленасць даных кіраўнічага, бухгалтарскага і падатковага ўліку;

- супадзенне сумаваых і колькасных ацэнак актываў, а таксама абавязкаў па даных кіраўнічага, бухгалтарскага і падатковага ўліку пры адсутнасці аб'ектыўных прычын іх разыходжання.

Пры распрацоўцы рашэння «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам» улічваліся сучасныя міжнародныя метадыкі кіравання прадпрыемствам (MRP-2, CRM, SCM, ERP і інш.).

«1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам» можа выкарыстоўвацца ў шэрагу падраздзяленняў і службаў вытворчых прадпрыемстваў, уключаючы:

- дырэкцыю (генеральны дырэктар, фінансавы дырэктар, камерцыйны дырэктар, дырэктар па вытворчасці, галоўны інжынер, дырэктар па кадрах і г. д.);

- вытворчыя цэхі;

- склады матэрыялаў і гатовай прадукцыі;

- аддзелы галоўнага канструктара, галоўнага тэхнолага, галоўнага механіка, збыту, матэрыяльна-тэхнічнага забеспячэння, маркетын-

гу, планавы-эканамічны і адміністрацыйна-гаспадарчы аддзелы, капітальнага будаўніцтва і кадраў;

– бухгалтэрыю;

– інфармацыйна-аналітычны аддзел;

«1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам» забяспечвае:

– кіраўніцтва прадпрыемства і кіраўнікоў, якія адказваюць за развіццё прадпрыемства, шырокімі магчымасцямі аналізу, планавання і гнуткага кіравання рэсурсамі кампаніі для падвышэння яе канкурэнтаздольнасці;

– кіраўнікоў падраздзяленняў, менеджэраў і супрацоўнікам, якія непасрэдна займаюцца вытворчай, збытавай і іншай дзейнасцю па забеспячэнні працэсу вытворчасці, механізмам, які дазваляе павысіць эфектыўнасць штодзённай працы па сваіх кірунках;

– работнікаў уліковых службаў прадпрыемства сродкамі для аўтаматызаваўнага вядзення ўліку ў поўнай адпаведнасці з патрабаваннямі заканадаўства і карпаратыўнымі стандартамі прадпрыемства.

2.3.2. Базавыя модулі

1) Кіраванне гандлем. Канфігурацыя дазваляе аўтаматызаваць задачы кантролю і аналізу гандлёвых аперацый у комплексе з сумежнымі задачамі кіраўнічага ўліку:

– планаванне продажаў і планаванне закупаў;

– кіраванне адносінамі з кліентамі (CRM);

– кіраванне пастаўкамі і запасамі;

– кіраванне ўзаемаразлікамі з контрагентамі;

– бюджэтаванне.

Канфігурацыя мае наступныя функцыянальныя магчымасці:

– пабудова розных схем фарміравання цаны і скідаў;

– фарміраванне адпускных цэн з улікам планавага сабекошту прадукцыі і нормы прыбытку;

– кантроль за захаваннем супрацоўнікамі ўсталяванай цэнавай палітыкі;

– захоўванне інфармацыі аб цэнах канкурэнтаў і пастаўшчыкоў;

– супастаўленне адпускных цэн прадпрыемства з цэнамі пастаўшчыкоў і канкурэнтаў.

2) Кіраванне пастаўкамі і запасамі. Выкарыстанне падсістэмы кіравання запасамі дазваляе эфектыўна арганізаваць складскую гаспадарку, павысіць прадукцыйнасць працы работнікаў склада, супрацоўнікаў збытавых структур.

Прыкладное рашэнне модуля дазваляе:

- кіраваць рэшткамі таварна-матэрыяльных каштоўнасцей у розных адзінках вымярэння на мностве складоў;
- весці паасобны ўлік уласных тавараў, тавараў, прынятых і перададзеных на рэалізацыю, зваротнай тары;
- улічваць серыйныя нумары, тэрміны вартасці і сертыфікаты;
- кантраляваць правільнасць спісання серыйных нумароў і тавараў з вызначанымі тэрмінамі прыдатнасці і сертыфікатамі;
- задаваць адвольныя характарыстыкі партыі (колер, памер і г. д.) і весці ўлік партыі у разрэзе складоў;
- камплектаваць і разкамплектоўваць таварна-матэрыяльныя каштоўнасці;
- рэзерваваць таварна-матэрыяльныя каштоўнасці.

3) Кіраванне вытворчасцю. Вытворчасць уяўляе сабой адзін з найболей складаных працэсаў на прадпрыемстве. Кіраванне вытворчасцю цесна звязана з кіраваннем закупкамі, продажами, асноўнымі сродкамі, персаналам, фінансамі.

Канфігурацыя «Кіраванне вытворчым прадпрыемствам» дазваляе цалкам кантраляваць вытворчыя працэсы ад моманту перадачы матэрыялаў у вытворчасць да выпуску гатовай прадукцыі. Аператыўна адсочваецца выкананне вытворчай праграмы, выяўленай у планах вытворчасці рознай дэталізацыі – ад узбуйненых планаў да пазменных планаў вытворчасці, а таксама да асобных вытворчых заказаў. Даецца магчымасць аператыўнай карэкцыі планаў па фактычных выніках завершаных перыядаў, аператыўнага фарміравання заявак на куплю і выраб адсутных матэрыялаў і камплектавальных вырабаў.

Канфігурацыя дае наступныя магчымасці:

- вядзенне масіваў нарматыўна-даведачнай інфармацыі, неабходных для планавання і ўліку вытворчасці гатовай прадукцыі, уключаючы фарміраванне нормы расхода сыравіны і дапаможных матэрыялаў;
- планаванне і ўлік выпуску гатовай прадукцыі;
- кантроль выканання вытворчых заданняў;
- апрацоўка вытворчых заказаў;
- улік расхода сыравіны і матэрыялаў, незавершанай вытворчасці;
- улік сыравіны, матэрыялаў, паўфабрыкатаў і гатовай прадукцыі;
- улік браку;
- улік спецвопраткі і спецаснасткі;
- улік вытворчых расходаў, разлік планавага і фактычнага сабекошту з выкарыстаннем метадаў адлюстравання ўскосных расходаў;

– аналіз выпуску гатовай прадукцыі ў разрэзе розных вытворчых паказчыкаў.

Вытворчыя аперацыі аўтаматычна адлюстроўваюцца ў бухгалтарскім і падатковым уліку.

4) Кіраванне асноўнымі сродкамі. Даюцца наступныя ключавыя магчымасці:

– аўтаматызацыя аперацый па ўліку абсталявання і асноўных сродкаў;

– улік расходаў на выкананне будаўнічых, мантажных і рамонтных работ;

– улік расходаў на рэканструкцыю і мадэрнізацыю асноўных сродкаў;

– фарміраванне справаздачы па неабходных разрэзах;

– адлюстраванне аперацый з абсталяваннем і асноўнымі сродкамі ў бухгалтарскім уліку.

5) Кіраванне адносінамі з кліентамі (CRM). Канцэпцыя CRM мяркуе рэгулярны збор і аналіз інфармацыі аб кожным кліенце, рэальным і патэнцыяльным. Канфігурацыя дазваляе рабіць наступнае:

– захоўваць поўную кантактную інфармацыю па контрагентах і іх супрацоўніках, гісторыю ўзаемадзеяння з імі;

– рэгістраваць інфармацыю аб пастаўшчыках: умовы дастаўкі тавараў, надзейнасць, тэрміны выканання заказаў, наменклатура і кошты пастаўленых тавараў і матэрыялаў;

– планаваць працоўны час і кантраляваць працоўныя планы работнікаў;

– аналізаваць незавершаныя і планаваць будучыя здзелкі з пакупнікамі і патэнцыяльнымі кліентамі;

– аператыўна кантраляваць стан запланаваных кантактаў і здзелак;

– праводзіць інтэграваны аналіз адносін з кліентамі;

– праводзіць аналіз прычын зрыву выканання заказаў пакупнікоў і аб’ёмаў зачыненых заказаў;

– аналізаваць і ацэньваць эфектыўнасць рэкламных і маркетынговых акцый.

6) Планаванне. Канфігурацыя прадугледжвае планаванне па наступных кірунках дзейнасці: продаж, вытворчасць, закупы. Планы для асобных кірункаў увязваюцца паміж сабой. Складаць планы зручна ў наступнай паслядоўнасці: у першую чаргу складаецца план продажу, затым – план вытворчасці, у апошнюю чаргу – план закупаў.

На падставе планаў продажу, вытворчасці, закупаў складаюцца планы для асобных участкаў дзейнасці і асобных аб’ектаў планавання.

7) Бюджэтаванне. З дапамогай канфігурацыі рэалізуюцца наступныя функцыі бюджэтавання:

– планаванне руху сродкаў прадпрыемства на любы перыяд у разрэзе часавых інтэрвалаў, падраздзяленняў прадпрыемства, праектаў, наменклатуры і г. д.;

– фінансавае планаванне па некалькіх сцэнарыях; фарміраванне бягучых бюджэтаў на аснове стратэгічных бюджэтаў і з карэкцыяй па фактычным выкананні бюджэту ў завершаным перыядзе;

– маніторынг фактычнай дзейнасці прадпрыемства ў тых жа разрэзах, у якіх праводзілася планаванне;

– складанне зводнай справаздачнасці па выніках маніторынгу;

– кантроль адпаведнасці заявак на выдаткоўванне грашовых сродкаў працоўнаму плану на перыяд;

– фінансавы аналіз;

– аналіз даступнасці грашовых сродкаў;

– аналіз адхіленняў планавых і фактычных даных.

З механізмамі бюджэтавання актыўна ўзаемадзейнічаюць механізмы кіравання грашовымі сродкамі.

8) Кіраванне грашовымі сродкамі. У канфігурацыі фарміруюцца грашовыя дакументы (плацёжныя даручэнні, прыходныя і расходныя касавыя ордэры і інш.), забяспечваецца ўзаемадзеянне са спецыялізаванымі банкаўскімі праграмамі тыпу «Кліент банка», кантралююцца фінансавыя патокі, кантралюецца наяўнасць грашовых сродкаў у месцах захоўвання. Прадугледжана магчымасць грашовых разлікаў у замежных валютах.

9) Бухгалтарскі ўлік. Вядзецца ў адпаведнасці з заканадаўствам па ўсіх участках:

– аперацыі па банку і касе;

– асноўныя сродкі і нематэрыяльныя актывы;

– улік матэрыялаў, тавараў, прадукцыі;

– улік расходаў і разлік сабекошту;

– валютныя аперацыі;

– разлікі з арганізацыямі, з падсправаздачнымі асобамі, з персаналам па аплаце працы, з бюджэтам.

10) Справаздачнасць. Канфігурацыя забяспечвае пабудову разнастайных справаздач, прызначаных для аналізу ўсіх аспектаў дзейнасці прадпрыемства. Справаздачы аб'яднаны ў камплекты па кірунках дзейнасці прадпрыемства. Паміж сабой справаздачы адрозніваюцца крытэрыямі адбору і прынцыпамі адлюстравання інфармацыі, ступенню дэталізацыі. Усе справаздачы ўтрымліваюць механізм кіравання, з дапамогай якога карыстальнік можа змяняць часавы перыяд

справаздачы, набор адлюстроўваемых паказчыкаў, ступень дэталізацыі, парадак групы, форму адлюстравання інфармацыі і г. д., калі яго не задавальняюць настройкі па змаўчанні.

11) Кіраванне персаналам. Прыкладное рашэнне аўтаматызуе наступныя кірункі дзейнасці па кіраванні персаналам:

- планаванне патрабаванняў у персанале;
- планаванне занятасці і графіка адпачынкаў працаўнікоў;
- вырашэнне задач забеспячэння бізнесу кадрамі: падбор, анкетаванне і ацэнка;
- кадравы ўлік і аналіз кадравага складу;
- аналіз узроўню і прычын цяжучасці кадраў.

2.3.3. Рэалізацыі ў вытворчасці

2.2.3.1. «1С: Кіраванне будаўнічай арганізацыяй»

«1С: Кіраванне будаўнічай арганізацыяй» – праграмны прадукт, прызначаны для паўнаўладнага аўтаматызацыі розных удзельнікаў будаўнічага працэсу па ўсім цыкле працэсаў – кіраванне фінансамі, вытворчасцю і рэсурсамі, персаналам і інш.

Рашэнне «1С: Прадпрыемства 8. Вытворчасць будаўнічых матэрыялаў» уключае ў сябе як функцыянальнае рашэнне па аўтаматызацыі розных аспектаў кіравання і ўліковай дзейнасці вытворчага прадпрыемства, якое выпускае керамічную прадукцыю: цэглу, чарапіцу, абліцовачную плітку, дэкоры і г. д., так і функцыянальныя магчымасці для іншых прадпрыемстваў галіны вытворчасці будаўнічых матэрыялаў: спецыфіка вытворчасці прадпрыемстваў, якія выпускаюць жалезабетонныя вырабы і розныя будаўнічыя сумесі.

Прадукт распрацаваны на базе комплекснага рашэння «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам» і ўключае ў сябе наступныя асноўныя функцыянальныя магчымасці (з улікам функцыянальных магчымасцей базавага прадукта):

- фінансавое планаванне – бюджэты, патокі грашовых сродкаў, крэдытныя і касавыя планы, фінансавыя вынікі;
- фінансавы аналіз – разлік фінансавых паказчыкаў, дынаміка адносна іншых перыядаў;
- бухгалтарскі і падатковы ўлік – улік фінансавай дзейнасці арганізацыі, абавязковая справаздачнасць;
- каштарыснае цэнаўтварэнне – разлік кошту будаўніцтва, складанне ўсіх відаў каштарысаў, улік выканання, работа з нарматыўнымі зборнікамі;

– кіраванне персаналам – БД персаналу, сістэма кваліфікацыі, службовыя інструкцыі, разлік зароботнай платы;

– вытворчае планаванне – каляндарныя планы вытворчасці работ, планаванне рэсурсаў (рабочыя, матэрыялы, механізмы, транспарт);

– улік вытворчай дзейнасці – улік спажывання рэсурсаў, заяўкі з улікам карэкціровак;

– аналіз вытворчых паказчыкаў – разлік паказчыкаў выканання, дынаміка адносна іншых перыядаў.

Комплекснасць прадукту дазваляе будаўнічай арганізацыі працаваць у адзінай інфармацыйнай базе, дзе ў адзінай прасторы ўсё кіраванне арганізацыі можа ўводзіць інфармацыю без дубліравання, выкарыстоўваць напрацоўкі аднаго аддзела ў інтэрасах іншых, апэратыўна атрымліваць разнапланавыя даныя і вынікі аб фактах вытворчай і фінансавай дзейнасці.

Прадукт можа выкарыстоўвацца ў рабоце бухгалтэрыі, падатковага, фінансавага, вытворчага, каштарыснага аддзела, аддзела матэрыяльна-тэхнічнага забеспячэння, механізавання, кадраў і іншых падраздзяленняў будаўнічай арганізацыі.

Найбольшы эфект укаранення канфігурацыі «1С: Кіраванне будаўнічай арганізацыяй» можа даць у будаўнічых арганізацыях з колькасцю ад 100 занятых і ад 10 працоўных месцаў, там дзе патрабуецца арганізацыя адзінай інфармацыйнай прасторы некалькіх аддзелаў і падраздзяленняў. Асабліва актуальна канфігурацыя для размеркаваных структур або арганізацый з філіяламі.

2.3.3.2. «1С-Лагістыка: Кіраванне перавозкамі»

«1С-Лагістыка: Кіраванне перавозкамі» – праграмны прадукт на тэхналагічнай платформе «1С-Прадпрыемства 8», прызначаны для аўтаматызацыі транспартнай лагістыкі, з мэтай павышэння рэнтабельнасці лагістычных аперацый.

Сістэма дае магчымасці кіравання працэсам перавозкі таварна-матэрыяльных каштоўнасцей (ТМК) па ланцугу «пастаўшчык – склад – кліент».

Сістэма арыентавана на прадпрыемствы, якія імкнуцца аптымізаваць і найлепшым чынам кіраваць транспартнымі перавозкамі, і можа выкарыстоўвацца:

– транспартнымі кампаніямі, якія ажыццяўляюць перавозкі любым відам транспарту, у тым ліку і змешаныя перавозкі (інтэрмадальныя). Пры гэтым кампанія можа задзейнічаць як уласны парк транспартных сродкаў, так і карыстацца паслугамі іншых арганізацый для перавозкі на асобных участках маршруту;

– транспартна-лагістычнымі падраздзяленнямі прадпрыемстваў (гандлёвых, вытворчых і г. д.), якія забяспечваюць як дастаўку ТМК ад пастаўшчыкоў, так і дастаўку ТМК пакупнікам. Пры гэтым падраздзяленне можа выкарыстаць паслугі іншых транспартных кампаній і (або) свае ўласныя транспартныя магутнасці;

– аддзелам закупак для планавання і кантролю працэсу дастаўкі тавару ў выпадку дастаўкі тавару пастаўшчыком. У гэтым выпадку сістэма дазваляе ўлічваць і кантраляваць усе будучыя і бягучыя дастаўкі, дазваляючы тым самым планаваць звязаную з гэтым гандлёва-вытворчую дзейнасць;

– аддзелам продажу для планавання і кантролю адгрузкі тавару са склада арганізацыі, калі прадпрыемства аказвае паслугі дастаўкі тавару кліентам;

– падраздзяленнямі кампаній, якія адказваюць за арганізацыю міжскладскога перамяшчэння тавараў у рамках прадпрыемства, што асабліва актуальна пры наяўнасці некалькіх тэрытарыяльна-размеркаваных складоў.

Сістэма дазваляе вырашыць найболей тыповыя транспартна-лагістычныя праблемы:

– неэфектыўнае выкарыстанне мадэлей і тыпаў транспартных сродкаў па прычыне адсутнасці алгарытмаў падбору з улікам максімальнага выкарыстання грузапад’ёмных характарыстак;

– павялічаны прабег транспартных сродкаў па прычыне адсутнасці алгарытмаў аптымальнай маршрутызацыі;

– адсутнасць кантролю за месцазнаходжаннем транспартнага сродку і станам грузу падчас перавозак;

– адсутнасць або недахоп абмену інфармацыяй паміж падраздзяленнямі прадпрыемства, якія ўдзельнічаюць падчас перавозак;

– адсутнасць сістэмы фарміравання актуальнай справаздачнасці для ацэнкі эфектыўнасці і якасці выкананых работ з мэтай прыняцця неабходных кіраўнічых рашэнняў.

Тэмпы росту аб’ёмаў грузапатокаў і аб’ектыўная неабходнасць павышэння ўзроўню абслугоўвання контрагентаў прыводзяць прадпрыемствы да разумення неабходнасці мінімізаваць расходы, звязаныя з перавозкай грузаў. Мінімізацыя такіх расходаў дасягаецца пры дапамозе арганізацыйных мерапрыемстваў у комплексе з укараненнем аўтаматызаваных сістэм кіравання перавозкамі. Гэта дазваляе:

– павялічыць аб’ёмы транспартуемых грузаў пры нязменнай колькасці задзейнічаных транспартных сродкаў;

- знізіць удзельны кошт адзінкі перавезенага грузу за кошт больш эфектыўнай камплектацыі транспартных сродкаў;
- знізіць долю халастых прабегаў у агульным прабегу транспартных сродкаў;
- павысіць якасць і дакладнасць выканання заказаў на перавозку;
- скараціць расходы на персанал;
- аўтаматычна сфарміроўваць таварасуправаджальную і дарожную дакументацыю;
- атрымліваць актуальную справаздачнасць па розных паказчыках эфектыўнасці для прыняцця кіраўнічых рашэнняў.

Сістэма дае магчымасць:

- выкарыстаць розна тыпныя і разнастайныя віды транспартных сродкаў на розных этапах лагістычнага ланцуга;
- кіраваць працэсам перавозкі ўласнымі або прыцягнутымі сіламі;
- рэгістраваць грузы як у выглядзе тавару (у адпаведнасці з таварнай спецыфікацыяй), так і ў выглядзе абязлічаных грузавых адзінак (скрынак, месцаў);
- улічваць і кантраляваць працэс перавозкі на ўсіх яго этапах.

Функцыянальныя магчымасці «ІС-Лагістыка: Кіраванне перавозкамі» дазваляюць аўтаматызаваць наступныя функцыі:

- кіраванне патрабаваннямі ў перавозцы грузаў: рэгістрацыя і кантроль выканання патрабаванняў у перавозцы грузаў, якія ўзнікаюць на падставе заказаў пакупнікоў, заказаў пастаўшчыкам, накладных на ўнутранае перамяшчэнне;
- кіраванне заданнямі на перавозку грузаў: рэгістрацыя і кантроль выканання заданняў на перавозку грузаў, якія могуць фарміравацца на падставе патрабаванняў у перавозцы грузаў;
- кіраванне транспартаваннем грузу: фарміраванне рэйсаў для выканання транспартавання грузаў, паказаных у розных заданнях і кантроль за выкананнем рэйсаў з адсочваннем праходжання маршруту транспартным сродкам;
- кіраванне рэсурсамі: рэгістрацыя і кантроль выканання заявак на вылучэнне транспартных сродкаў для выканання сфарміраваных рэйсаў.

Сістэма ўключае ў сябе неабходныя аналітычныя функцыі, якія дазваляюць ацаніць ключавыя паказчыкі эфектыўнасці выкананых перавозак па відах транспартных сродкаў і правесці аналіз статыстычных даных, назапашаных ў інфармацыйнай базе з рознай ступенню дэталізацыі, уключаючы:

- каэфіцыент выкарыстання парку транспартных сродкаў: Колькасць транспартных сродкаў, якія выйшлі на лінію – Агульная колькасць транспартных сродкаў, гатовых да выхаду на лінію;
- каэфіцыент выкарыстання грузападмальнасці: Колькасць перавезенага грузу за рэйс/Грузападмальнасць транспартнага сродку;
- каэфіцыент выкарыстання аб’ёму: Аб’ём перавезенага грузу за рэйс – Аб’ём транспартнага сродку;
- удзельныя транспартныя расходы на ўласны транспарт: Агульныя транспартныя расходы на ўласны транспарт – Колькасць перавезенага ім грузу;
- удзельныя транспартныя расходы на наёмны транспарт: Агульныя транспартныя расходы на наёмны транспарт – Колькасць перавезенага ім грузу;
- эфектыўнасць перавозак: Колькасць перавезенага грузу – Колькасць машына-гадзін (машына-дзён), зрасходаваных на перавозку;
- каэфіцыент выкананых заданняў на перавозку грузаў: Колькасць рэалізаваных заданняў – Агульная колькасць заданняў;
- час апрацоўкі заданняў на перавозку;
- каэфіцыент адмовы ў падачы транспарту: Колькасць адмоў у падачы транспарту – Агульная колькасць заявак.

2.4. Прыклад рэалізацыі ERP-сістэмы: імітацыйная мадэль дзейнасці прадпрыемства BelSim 2003

2.4.1. Кампаненты імітацыйнай мадэлі (ІМ)

Адной з функцый ERP-сістэм кіравання прадпрыемствам з’яўляецца мадэляванне. Для яго выканання на аснове карпаратыўных інфармацыйных сістэм з выкарыстаннем адзінага банку даных укараняюцца сістэмы падтрымкі прыняцця рашэнняў, аналітычныя мадэлі, напрыклад, SAP BW, модуль «Кантролінг» у карпаратыўнай інфармацыйнай сістэме «Галактыка».

У адрозненне ад аналітычных мадэлей імітацыйная мадэль служыць сродкам вывучэння з’яў у складанай вытворча-эканамічнай сістэме і пры складаных аналітычных мадэлях дае больш эканамічны варыянт задачы даследавання. Яна выкарыстоўваецца, калі патрабуецца назіранне за паводзінамі кампанентаў сістэмы на працягу

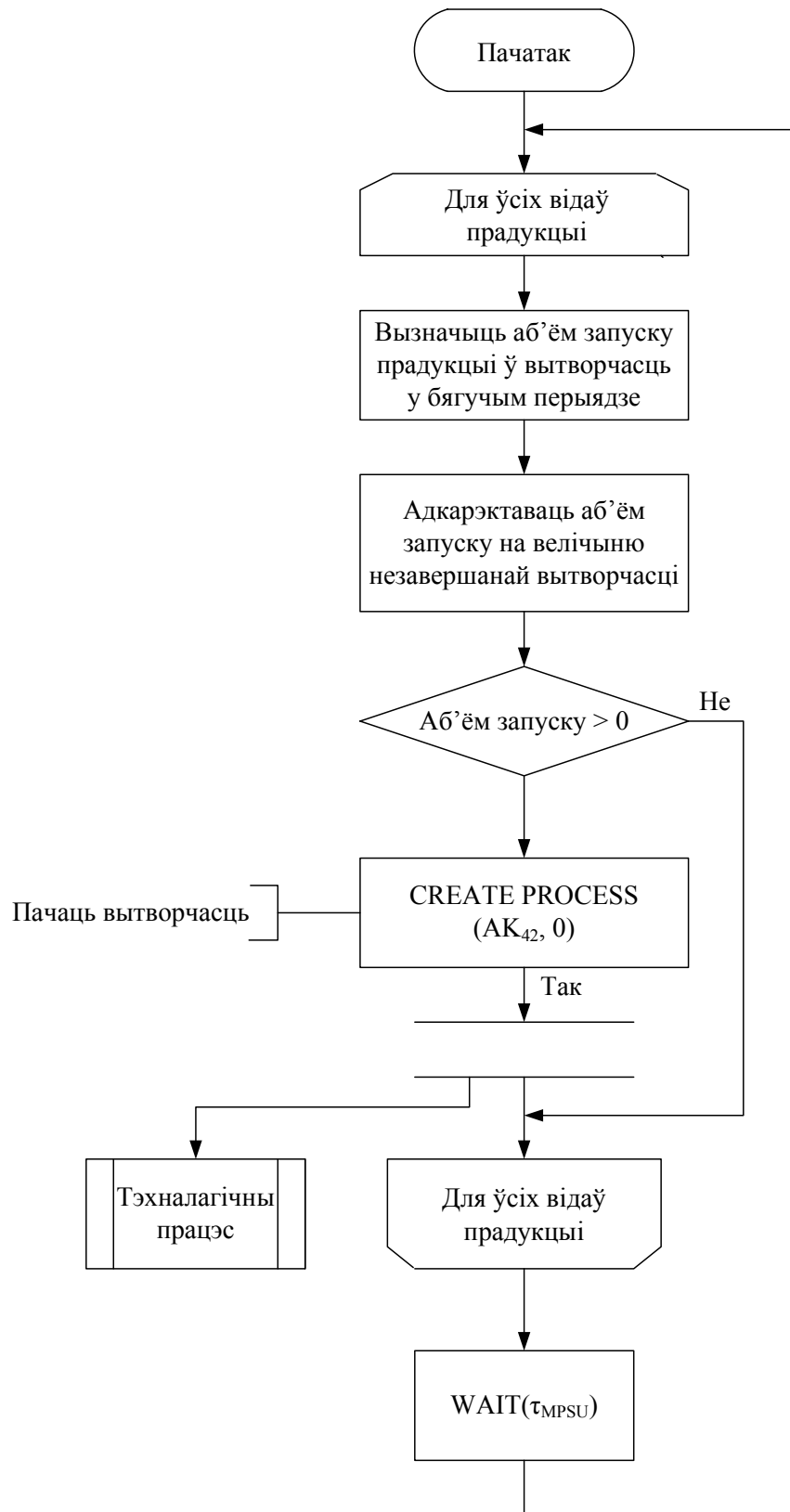
вызначанага перыяду часу; калі яна з'яўляецца адзіным спосабам даследавання з-за немагчымасці назірання з'яў у рэальнай сістэме; калі вывучаюцца новыя сітуацыі, аб якіх мала што вядома або невядома нічога; калі мадэль выкарыстоўваецца для прадказання цяжкасцей, якія ўзнікаюць у паводзінах сістэмы пры ўвядзенні ў яе новых кампанентаў.

Усю імітацыйную мадэль можна паказаць у выглядзе набору апісанняў працэсаў, кожны з якіх належыць пэўнаму класу.

Працэс «Планаванне вытворчасці» адлюстроўвае функцыянальныя дзеянні па складанні плана-графіка вытворчасці. Планаванне ажыццяўляецца на перыяд τ_{MPS} наперад па інтэрвалах τ_{MPSU} . Паколькі гісторыя планавання захоўваецца, спачатку выконваецца падрыхтоўка структур даных плана вытворчасці: дадаецца новая ячэйка і чысцяцца папярэднія даныя за перыяд $(\tau_{MPS} - \tau_{MPSU})$. Далей фарміруецца новы план вытворчасці кожнага віду прадукцыі зыходзячы з аб'ёмаў запланаваных адгрузак у кожным інтэрвале планавання. Атрыманы план вытворчасці карэктуюцца ў меншы бок на велічыню запасаў гатовай прадукцыі на складзе і вызначаецца патрабаванне ў рэсурсах для яго выканання ў кожным інтэрвале τ_{MPSU} . Апошнім выконваецца аператар сінхранізацыі $WAIT(\tau_{MPSU})$, па якім у дадзеным працэсе прызначаецца момант наступнай актывізацыі па заканчэнні чакання працягласцю τ_{MPSU} , якая адпавядае бягучаму інтэрвалу планавання.

Схема алгарытму працэсу «Кіраванне вытворчасцю» прыведзена на мал. 2.7. Гэты працэс мадэлюе дзеянні па вызначэнні часу і аб'ёмаў пачатку вытворчасці па кожным відзе прадукцыі. На аснове плана вытворчасці і працягласці тэхналагічнага цыкла з улікам аб'ёмаў незавершанай вытворчасці вызначаецца колькасць прадукцыі, выраб якой неабходна пачаць у бягучым перыядзе. У выпадку ненулявога значэння гэтай велічыні выконваецца аператар $CREATE_PROCESS(AK_{42}, 0)$, пры дапамозе якога ажыццяўляецца зварот да праграмы мадэлявання з мэтай стварэння працэсу «Тэхналагічны працэс».

У выніку выкліку аператара $CREATE_PROCESS$ ствараецца новы працэс з пачатковай актывнасцю AK_{42} «Запуск – партыі прадукцыі ў вытворчасць» і прызначаецца момант яго першай актывізацыі, роўны значэнню лакальнага часу бягучага працэсу. Апісаная вышэй паслядоўнасць дзеянняў выконваецца для ўсіх відаў прадукцыі, пасля чаго выклікаецца аператар сінхранізацыі працэсу $WAIT(\tau_{MPSU})$.



Мал. 2.7. Схema алгарытму працэсу «Кіраванне вытворчасцю»

Працэс ПК₄₂ «Тэхналагічны працэс» імітуе выкананне тэхналагічных аперацый для вытворчасці зададзенай партыі прадукцыі (мал. 2.8). Першым аператарам працэсу з'яўляецца праверка наяўнасці на складзе неабходных для вытворчасці рэсурсаў. У выпадку іх адсутнасці працэс перакладаецца ў стан чакання датуль, пакуль не будзе выканана ўмова

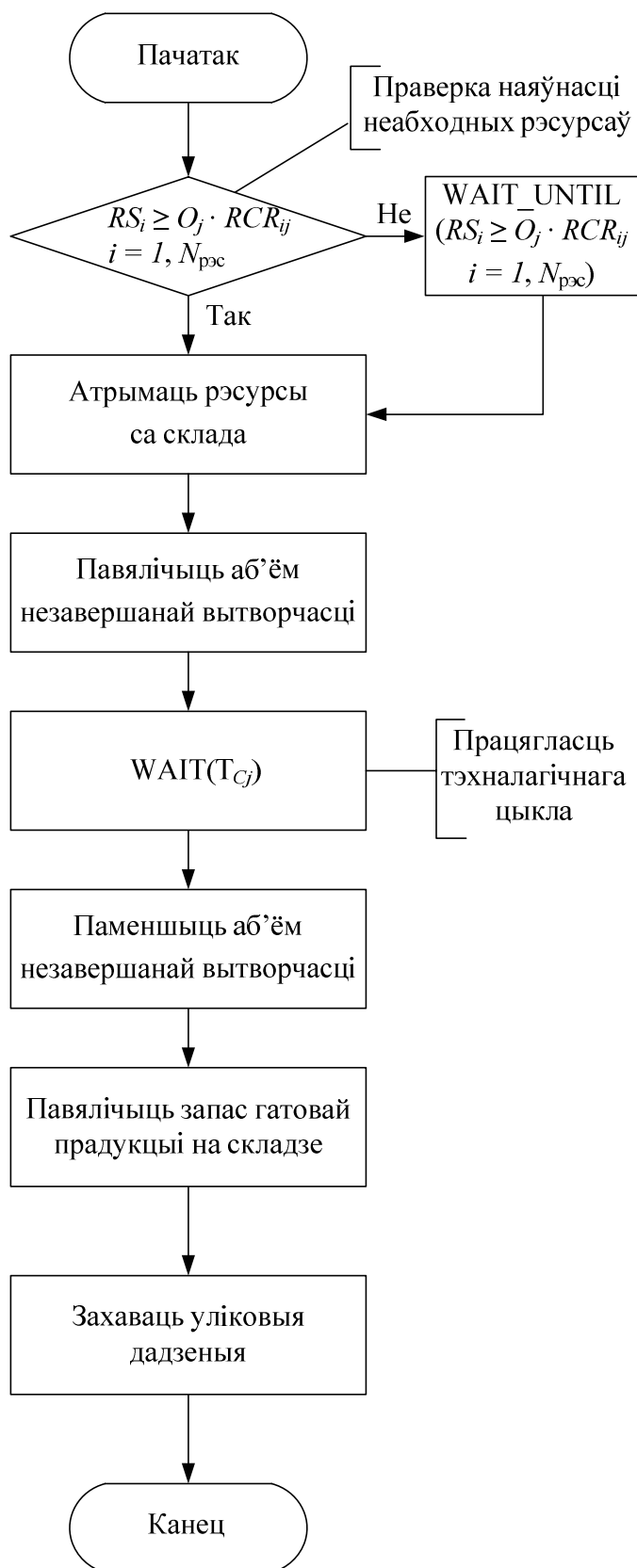
$$RS_i > O_j \cdot RCR_{ij}, \quad i = 1, n_R,$$

бо пакуль запасы рэсурсаў будуць не меншыя за колькасць, неабходную для вытворчасці партыі прадукцыі аб'ёмам O_j зыходзячы з нормы RCR_{ij} расходу i -га рэсурса на выраб адзінкі прадукцыі j -га віду. Для гэтага выклікаецца аператар сінхранізацыі WAIT_UNTIL, які адпавядае ўмове ў якасці параметру. Затым памер запасаў рэсурсаў на складзе памяншаецца на велічыню $O_j \cdot RCR_{ij}$, а аб'ём незавершанай вытворчасці павялічваецца на велічыню O_j .

Выклікам аператара WAIT(T_{Cj}) працэс пераходзіць у стан чакання на час T_{Cj} , роўны працягласці тэхналагічнага працэсу для j -га віду прадукцыі. Пры далейшай актывізацыі працэсу выконваецца аператары, адказныя за памяншэнне аб'ёму незавершанай вытворчасці, павелічэнне запаса гатовай прадукцыі на складзе і захоўванне неабходных даных для бухгалтарскага ўліку. Пасля гэтага працэс завяршаецца выклікам аператара END, які выдаляе працэс са спісу.

Алгарытм працэсу «Кіраванне пастаўкамі рэсурсаў» мае выгляд, аналагічны алгарытму працэсу «Кіраванне вытворчасцю» (гл. мал. 2.7). У дадзеным выпадку цыкл выконваецца для ўсіх тыпаў рэсурсаў. Зыходзячы з графіка патрабаванняў у рэсурсах, які фарміруецца працэсам «Планаванне вытворчасці», і тэрмінаў пастаўкі, а таксама ўлічваючы памеры складскіх запасаў і ўжо размешчаных заказаў, вызначаецца аб'ём заказу, які неабходна зрабіць у бягучым перыядзе. Калі гэты патрабуемы аб'ём замовы большы за нуль, то заказ размяшчаецца. Для гэтага пасродкам выкліку аператара CREATE_PROCESS(AK_{22} , 0), ствараецца працэс «Пастаўка рэсурсаў». Затым цыкл паўтараецца для наступнага тыпу рэсурса. Па завяршэнні апрацоўкі ўсіх рэсурсаў выклікаецца аператар сінхранізацыі WAIT(τ_{MPSU}).

Алгарытм працэсу «Пастаўка рэсурсаў» (мал. 2.9) апісвае функцыянальныя дзеянні пры выкананні кантракта на пастаўку рэсурсаў. Пры гэтым можна вылучыць тры асноўныя блокі: папярэдняя аплата, пастаўка рэсурсаў і аплата па факце, адтэрміноўка плацяжу. У тым выпадку, калі кантрактам прадугледжваецца папярэдняя аплата, ажыццяўляецца праверка наяўнасці неабходных грашовых сродкаў на разліковым рахунку прадпрыемства ($S_{\text{прад}} > S_{\text{р/р}}$).



Мал. 2.8. Схема алгарытму працэсу «Тэхналагічны працэс»

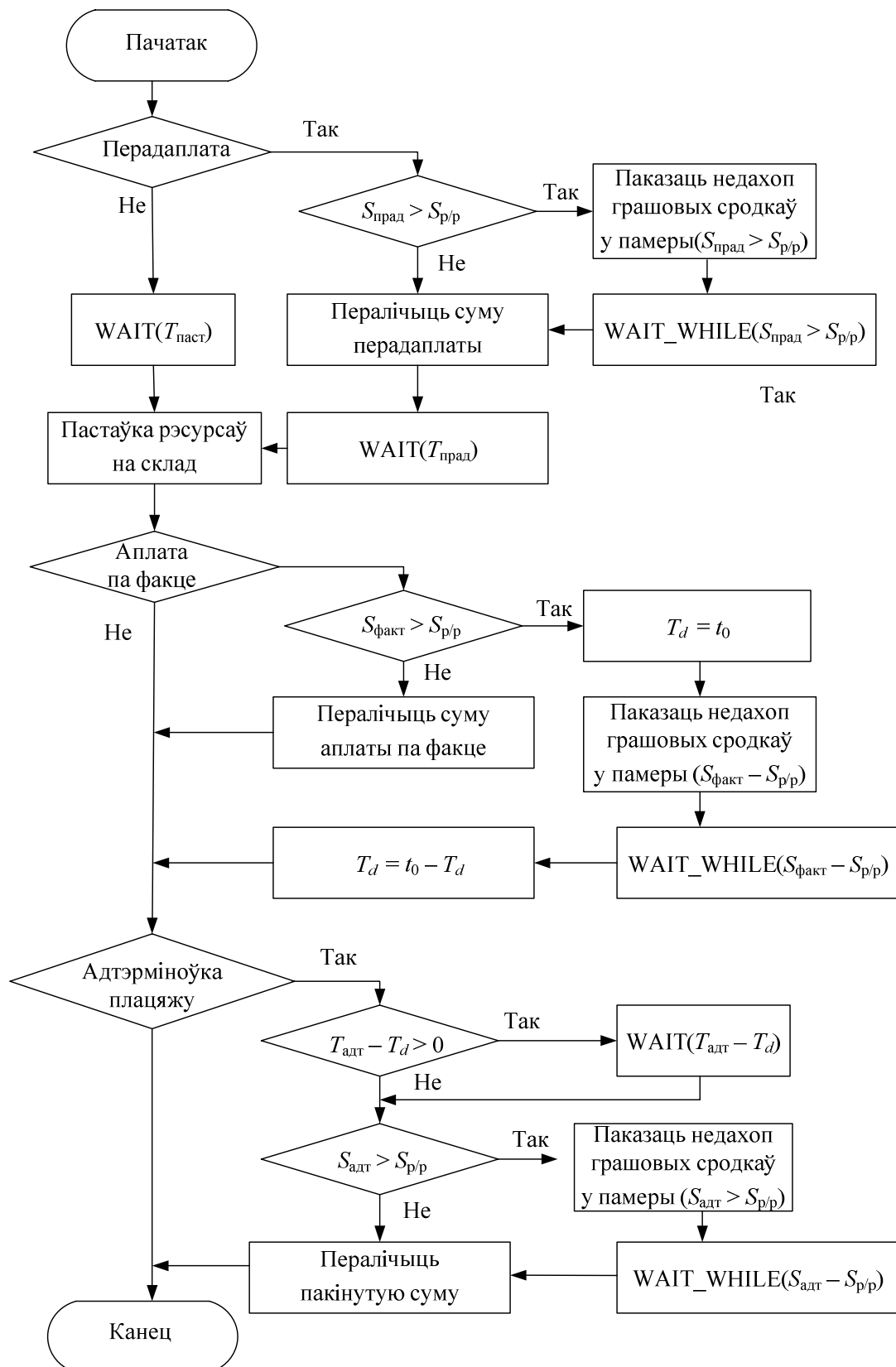
Калі неабходная сума адсутнічае, фіксуецца недахоп грашовых сродкаў у памеры $(S_{\text{прад}} - S_{\text{р/р}})$ і выкананне працэсу прыпыняецца з дапамогай аператара $\text{WAIT_WHILE}(S_{\text{прад}} > S_{\text{р/р}})$. Пры далейшай актывізацыі працэсу неабходная сума здымаецца з разліковага рахунку, і кіраванне зноў перадаецца выклікам аператара $\text{WAIT}(T_{\text{пап}})$, дзе $T_{\text{пап}}$ – тэрмін папярэдняй аплаты. Калі ж кантракт не прадугледжвае папярэдняю аплату, то выконваецца аператар $\text{WAIT}(T_{\text{паст}})$, дзе $T_{\text{паст}}$ – перыяд часу з моманту падачы заяўкі да пастаўкі рэсурсаў. Далей выкарыстоўваюцца аператары, якія мадыфікуюць велічыню складскіх запасаў, што адпавядае пастаўцы рэсурсаў.

Групы аператараў, якія рэалізуюць аплату па факце і адтэрміноўку плацяжу з сінхранізацыяй па аб’ёме наяўных грашовых сродкаў, адпавядаюць групе аператараў, для падачы папярэдняй аплаты. Апошнім ідзе аператар END , які завяршае дадзены працэс і выдаляе яго са спісу працэсаў.

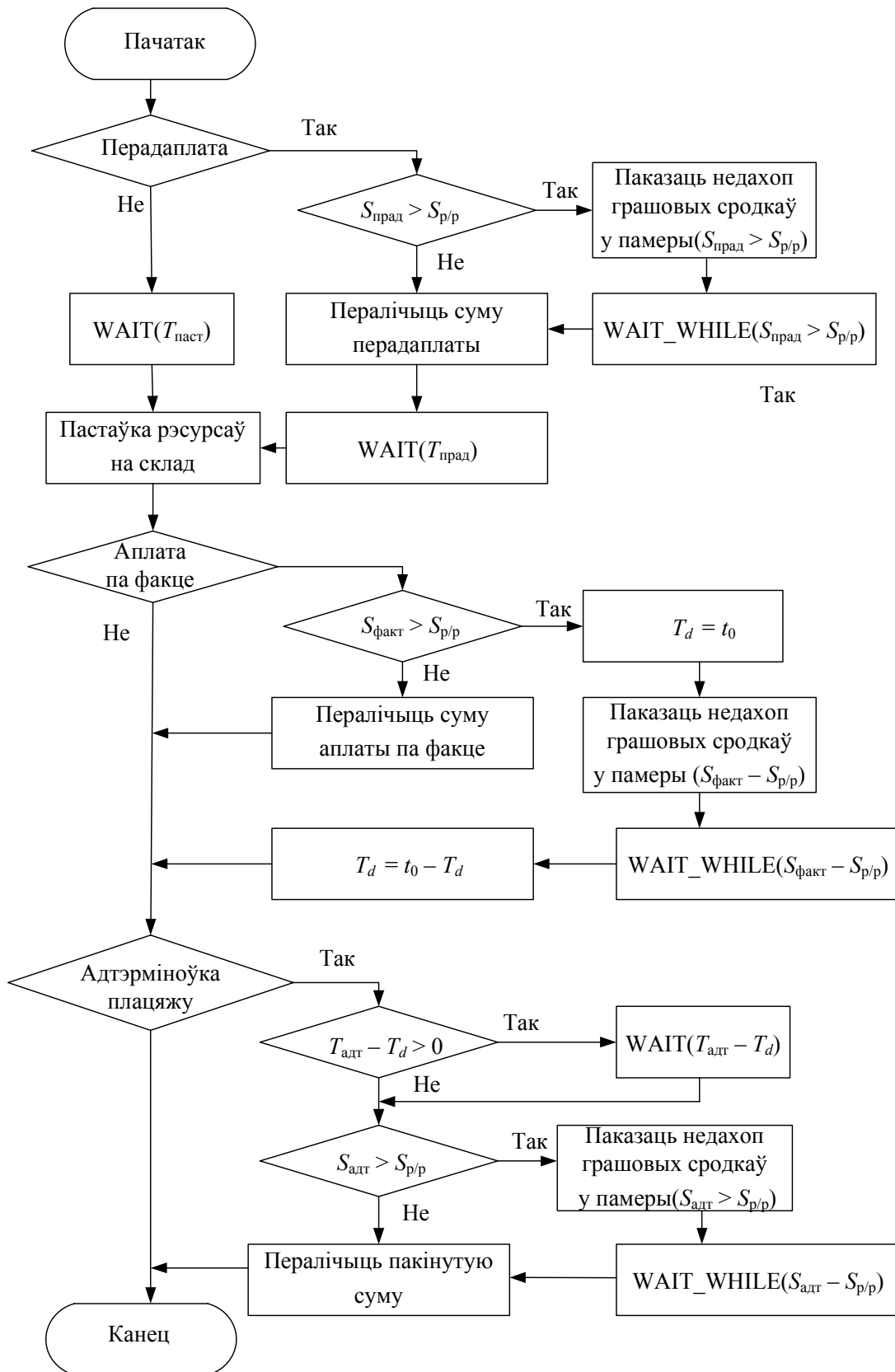
Алгарытм працэсу «Рэалізацыя прадукцыі» (мал. 2.10) у цэлым аналагічны алгарытму працэсу «Пастаўка рэсурсаў» і апісвае функцыянальны дзеянні пры выкананні кантракта на рэалізацыю прадукцыі. Асноўнае адрозненне заключана ў зробленым дапушчэнні аб плацежасольнасці заказчыка і, як вынік, адсутнасці аператараў сінхранізацыі. Акрамя таго, ажыццяўляецца праверка наяўнасці неабходнай колькасці прадукцыі для адгрузкі.

Працэсы «Выплата падаткаў», «Выплата зароботнай платы», «Аплата пастаянных расходаў і падаткаў» прадстаўлены агульным алгарытмам (мал. 2.11). Першымі выкарыстоўваюцца аператары, з дапамогай якіх разлічваецца сума грашовых сродкаў, якія падлягаюць выплатам: сума падатковых адлічэнняў, зароботнай платы вытворчым працоўным і пастаянных расходаў. Далей выкарыстоўваюцца аператары, якія ажыццяўляюць праверку наяўнасці дастатковай сумы грашовых сродкаў на разліковым рахунку.

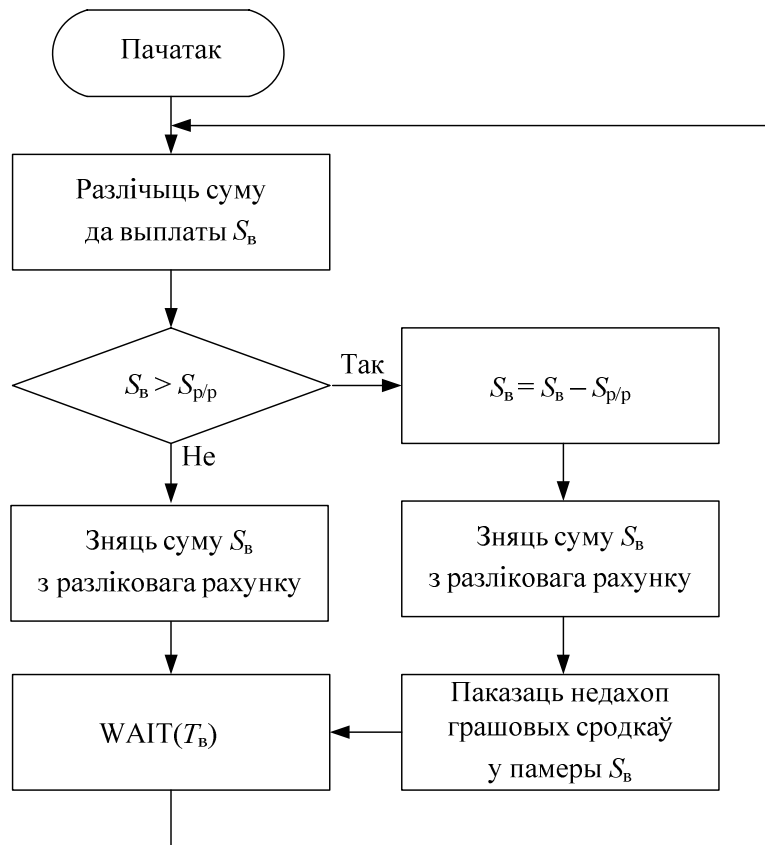
У выпадку недахопу выплачваецца наяўная сума, паказваецца недахоп грашовых сродкаў, а астатак захоўваецца (пераносіцца на наступны перыяд). Затым ажыццяўляецца перадача кіравання з дапамогай аператара $\text{WAIT}(T_{\text{в}})$, дзе $T_{\text{в}} = 1$ мес – перыядычнасць выплат. Для працэсу «Выплата падаткаў» пры недахопе грашовых сродкаў $T_{\text{в}} = 1$ дзень, бо штрафныя санкцыі налічваюцца за кожны дзень пратэрміноўкі плацяжу і неабходная сума выплачваецца пры першай магчымасці.



Мал. 2.9. Схема алгарытму працэсу «Пастаўка рэсурсаў»



Мал. 2.10. Схема алгарытму працэсу «Рэалізацыя прадукцыі»



Мал. 2.11. Агульны алгарытм працэсаў «Выплата падаткаў», «Выплата заробтнай платы» і «Аплата пастаянных выдаткаў»

Працэс «Атрыманне крэдытаў» актывізуецца толькі ў выпадку недахопу грашовых сродкаў, таму алгарытм яго рэалізацыі (мал. 2.12) пачынаецца з выкліку апэратара сінхранізацыі $WAIT_WHILE(S_{дэф} = 0)$, дзе $S_{дэф}$ – велічыня, якая вызначае бягучы дэфіцыт наяўных грашовых сродкаў. Затым група апэратараў рэалізуе афармленне заяўкі на атрыманне крэдыту ў памеры $S_{дэф}$. Дзеянне завяршаецца выклікам апэратара $CREATE_PROCESS(АК_{35}, T_k)$. У выніку ствараецца новы працэс «Абслугоўванне крэдыту» з пачатковай актыўнасцю $АК_{35}$ з актывізацыяй праз час T_k атрымання крэдыту. Наступны апэратар абнульвае велічыню $S_{дэф}$ патрабавання ў грашовых сродках, і кіраванне зноў перадаецца на пачатак алгарытму.

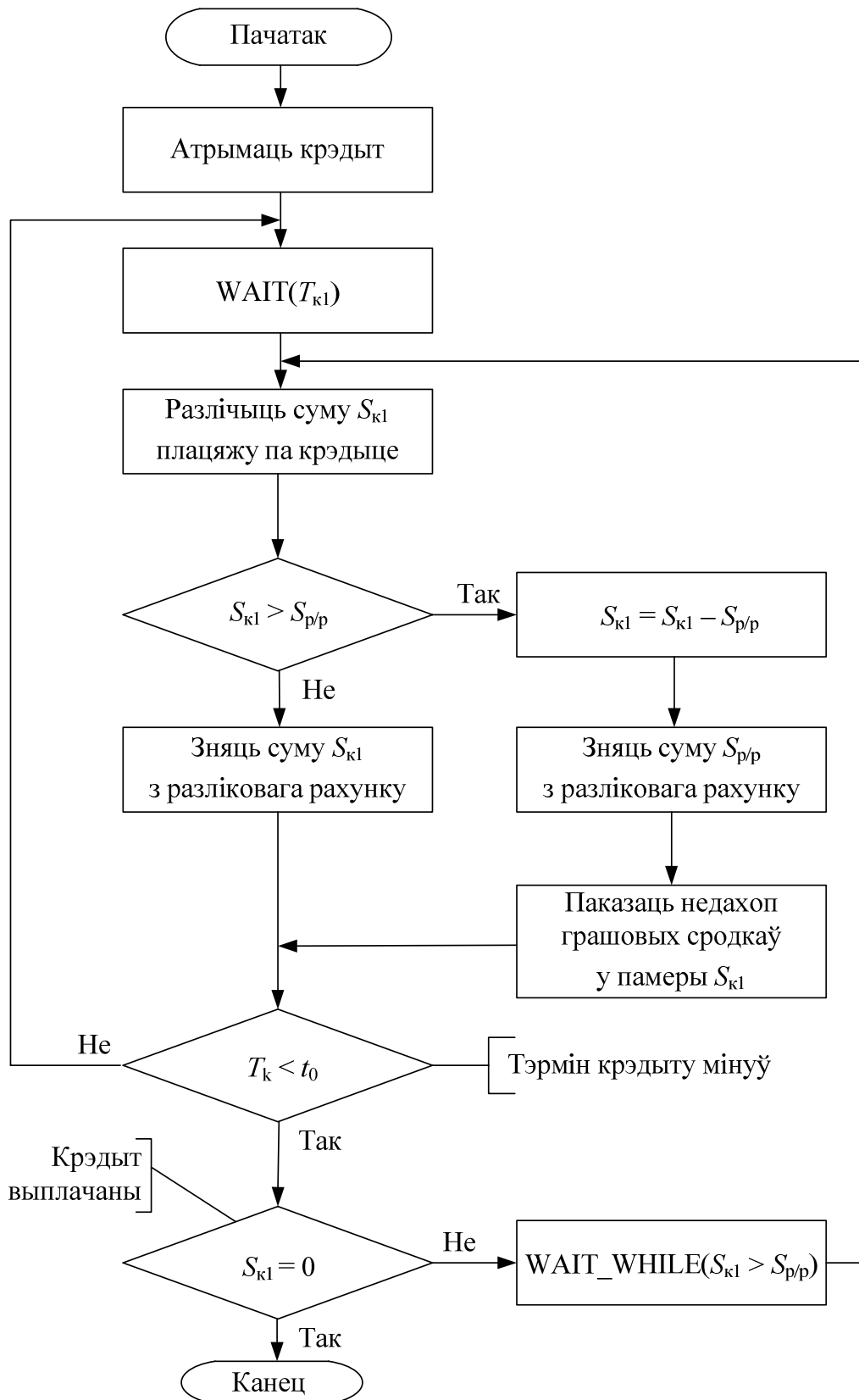
Алгарытм працэсу «Абслугоўванне крэдыту» (мал. 2.13) рэалізуе функцыянальныя дзеянні, якія адпавядаюць атрыманню, выплаце працэнтаў і звароту крэдыту. Першы апэратар перакладае суму грашовых сродкаў па крэдыце на разліковы рахунак прадпрыемства (атрыманне крэдыту). Наступныя апэратары рэалізуюць абслугоўванне атрыманага крэдыту – перыядычную выплату грашовых сродкаў у адпаведнасці з умовамі крэдыту.



Мал. 2.12. Схема алгарытму працэсу «Атрыманне крэдытаў»

Першым ажыццяўляецца выклік апэратара $WAIT(T_{к1})$, дзе $T_{к1}$ – перыядычнасць выплат грашовых сродкаў. Па сканчэнні часу $T_{к1}$ выконваецца разлік сумы патрабуемага плацяжу. Наступны апэратар парайноўвае суму да выплаты з сумай грашовых сродкаў на разліковым рахунку. У выпадку недахопу выплачваецца наяўная сума, паказваецца недахоп грашовых сродкаў. Нявыплачаная частка пераносіцца на наступны перыяд. Працэс перыядычных выплат працягваецца да моманту заканчэння тэрміну крэдыту $T_{к}$, пасля чаго выплачваецца пакінутая частка крэдыту. Пры гэтым $WAIT_WHILE(S_{к1} > S_{p/p})$ рэалізуе затрымку выканання працэсу да выканання ўмовы наяўнасці неабходнай сумы грашовых сродкаў. Апэратар END завяршае працэс.

Аналіз функцыянальнай мадэлі паказвае, што неабходна забяспечыць сінхранізацыю наступных працэсаў крыніц і спажыўцоў інфармацыі: ПК₃₆ (бухгалтарскі ўлік), ПК₂₃ (паступленне заявак на адгрузку прадукцыі), ПК₁₁ (планаванне вытворчасці). З улікам абранага спосабу апраксімацыі функцыянальных дзеянняў кампанент, калі выкананне функцыянальнага дзеяння папярэднічае змене часовай каардынаты, працэсам прызначаюцца наступныя прыярытэты: ПК₃₆ – Highest, ПК₂₃ – Normal+2, ПК₁₁ – Normal+1, дзе Normal – звычайны прыярытэт, Highest – найвышэйшы прыярытэт.



Мал. 2.13. Схема алгарытму працэсу «Абслугоўванне крэдыту»

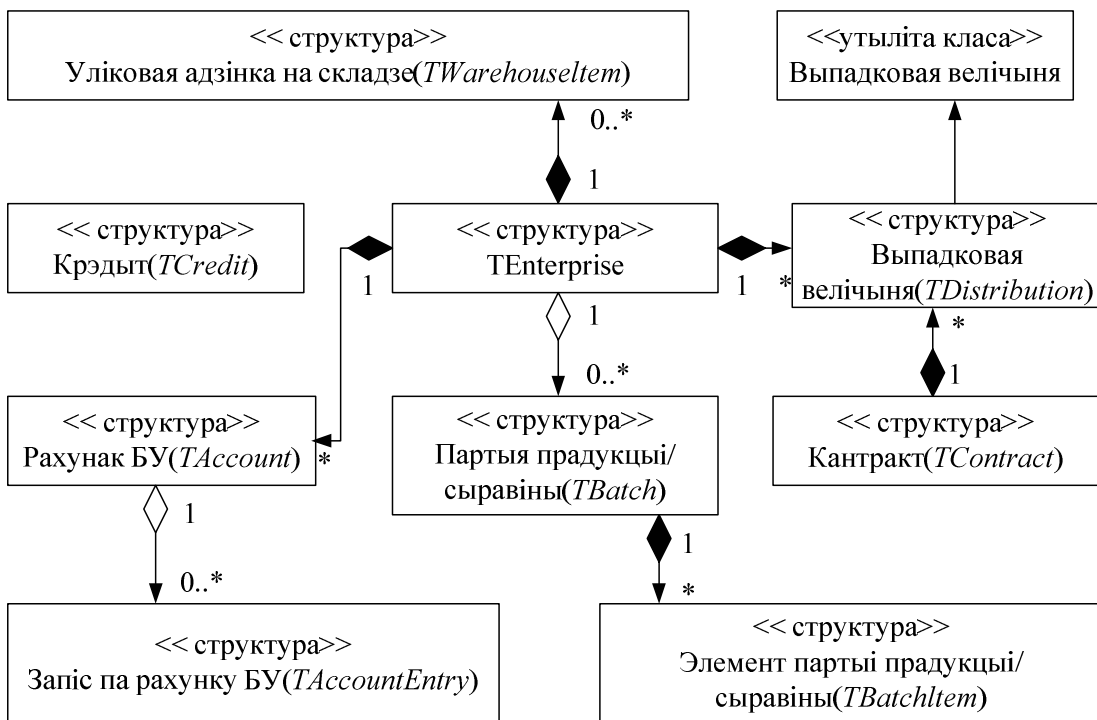
У блоку задання пачатковых умоў мадэлявання неабходна забяспечыць ініцыялізацыю структур даных мадэлі на аснове значэнняў уваходных зменных, якія адназначна вызначаюць стан мадэлі.

Для арганізацыі збору статыстыкі трэба фіксаваць стан мадэлі праз зададзеныя інтэрвалы мадэльнага часу. Гэта зручна рэалізаваць у выглядзе асобнага працэсу, бо асновай для фарміравання статыстыкі мадэлявання з'яўляюцца даныя «Бухгалтарская справаздачнасць» і патрабуецца сінхранізацыя з працэсам ПК₃₆ (бухгалтарскі ўлік). Для гэтага працэсу збору статыстыкі варта прызначыць прыкрытэт Higest–1.

Умовай канца мадэлявання з'яўляецца заканчэнне зададзенага перыяду мадэльнага часу.

Імітацыйная мадэль фізічна прадстаўлена ў выглядзе модуля *Enterprise2.cpp*, які ўтрымоўвае апісанне і рэалізацыю структур даных мадэлі, класаў актыўнасцей працэсаў, класа праграмага і знешняга інтэрфейса мадэлі.

Статычная структура класаў, што належаць да даных мадэлі, прыведзена на мал. 2.14.



Мал. 2.14. Дыяграма структур даных мадэлі

Глобальныя даныя прадстаўлены структурай *TEnterprise*, якая ўключае шэраг дапаможных класаў: *Tdistribution* (параметры выпадко-

вай велічыні), *Taccount* (рахунак бухгалтарскага ўліку), *TWarehouseItem* (уліковая адзінка на складзе), *Tbatch* (партыя прадукцыі або сыравіны). Для падачы абстрактнай кантракта і крэдыту выкарыстоўваюцца класы *TContract* і *TCredit* адпаведна.

Праграмны інтэрфейс мадэлі прадстаўлены класам *CEnterprise*, які забяспечвае атрыманне пераліку ўваходных і выхадных зменных, ініцыялізацыю і прагон мадэлі з дапамогай рэалізацыі інтэрфейса *CModel*.

Знешні інтэрфейс мадэлі арганізаваны з выкарыстаннем стандартных сродкаў, якія прадстаўляе сістэма мадэлявання. Для гэтага ў тэксце модуля дададзена рэалізацыя функцыі `main()`: `MODEL_MAIN(CEnterprise, CXMLModelData)`, якая арганізуе абмен данымі на аснове XML-файлаў.

У гатовым выглядзе імітацыйная мадэль прадстаўлена праграмным модулем `MODEL.EXE`.

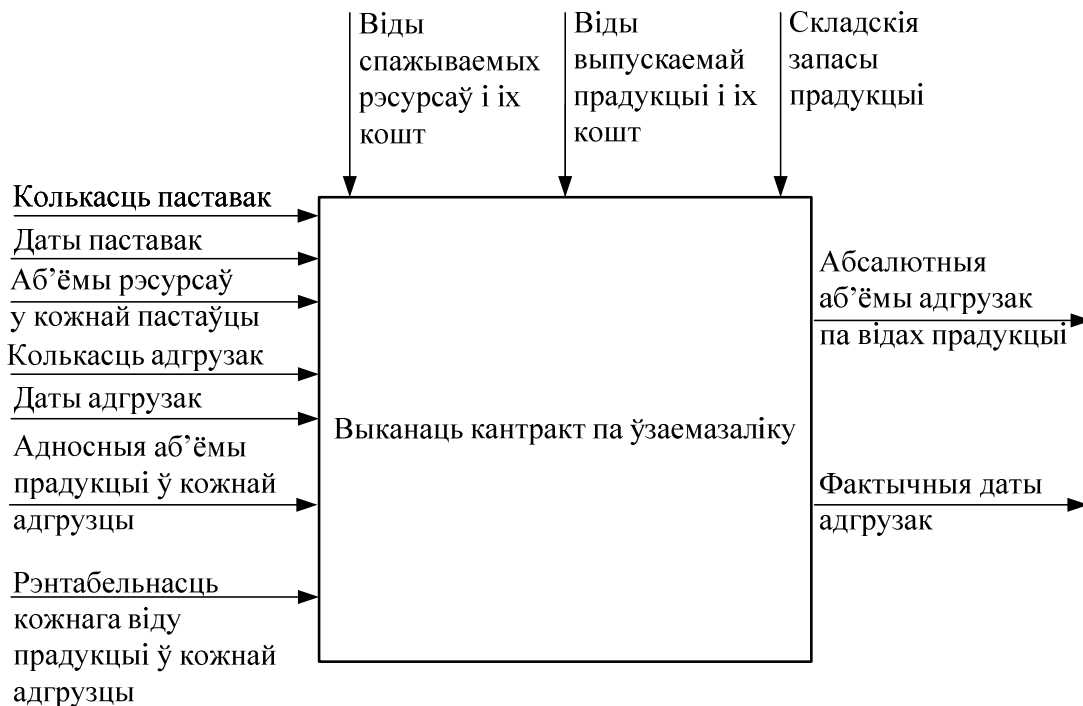
2.4.2. Методыка мадэлявання дынамікі выканання кантрактаў

Першы этап. Для правядзення аналізу эфектыўнасці кантракта па ўзаемазалежнасці на першым этапе вызначаецца структура ўваходнай, выхадной і кіруючай інфармацыі. Для падачы структуры гэтай інфармацыі выкарыстоўваецца метадалогія `IDEF0` і `CASE`-пакеці `VPwin`.

Зыходнымі данымі для мадэлявання параметраў кантракта па ўзаемазалежнасці з'яўляюцца дата падпісання кантракта; тэрміны паставак рэсурсаў; тэрміны адгрузак прадукцыі; аб'ёмы паставак для кожнага віду рэсурсаў; адносныя аб'ёмы адгрузак для кожнага віду прадукцыі (вызначаюцца як адносіны аб'ёму прадукцыі ў кожнай адгрузцы да агульнага аб'ёму дадзенага віду прадукцыі ў кантракце); рэнтабельнасць кожнага віду пастаўляемай прадукцыі для кожнай адгрузкі. Схема патокаў даных для аналізу кантракта па ўзаемазалежнасці ў натацыі `IDEF0` прыведзена на мал. 2.15.

Другі этап. Для мадэлявання кантракта па ўзаемазалежнасці выконваецца наступная паслядоўнасць дзеянняў.

1. Змадэляваць пастаўку рэсурсаў. Для кожнай пастаўкі сыравіны выконваецца павелічэнне агульнай сумы кантракта на суму пастаўкі рэсурса. Такім чынам разлічваецца агульная сума кантракта. Сума пастаўкі для кожнага рэсурса разлічваецца як здабытак аб'ёму рэсурса на яго кошт.



Мал. 2.15. Схема патокаў даных для аналізу кантракта па ўзаемазалежнасці

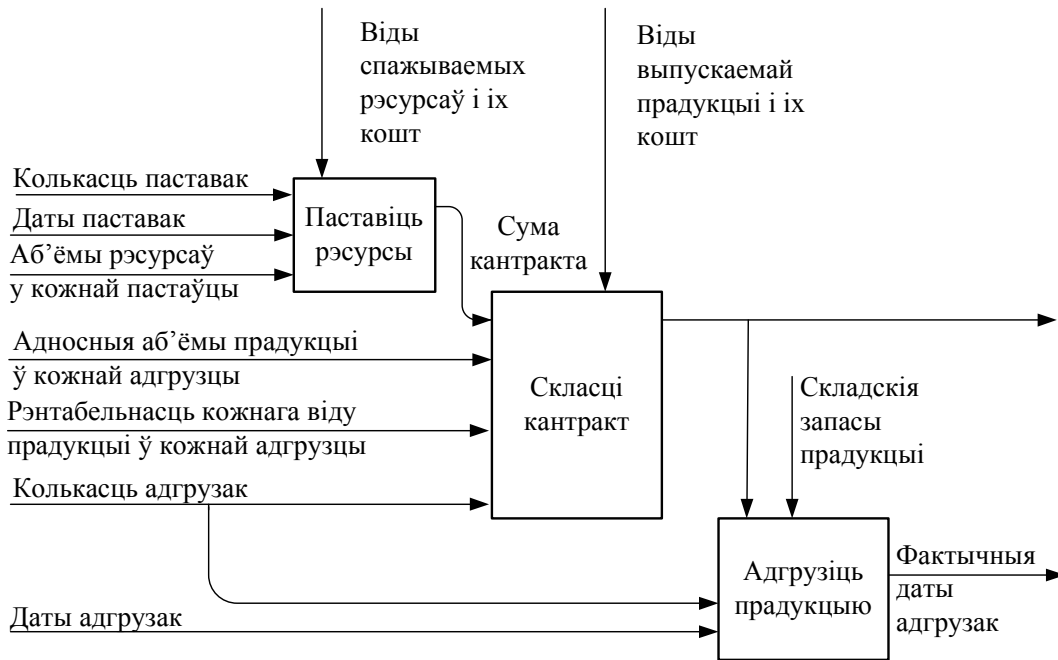
2. Змадэляваць заключэнне кантракта. Праводзіцца разлік аб'ёмаў кожнага віду прадукцыі для кожнай адгрузкі. Для гэтага агульная сума кантракта памнажаецца на адносны аб'ём кожнага віду прадукцыі ў кожнай адгрузцы і дзеліцца на кошт дадзенага віду прадукцыі.

3. Змадэляваць адгрузку прадукцыі па кантракце. Перш чым мадэляваць адгрузку прадукцыі, неабходна ацаніць наяўнасць дадзенага віду прадукцыі ў неабходнай колькасці. Калі ёсць дастатковая колькасць прадукцыі, праводзіцца яе адгрузка; у адваротным выпадку мадэлюецца адгрузка наяўнай прадукцыі, для недапастаўленай прадукцыі мадэлюецца затрымка адгрузкі на некаторы час (звычайна на тыдзень), пакуль прадукцыя не будзе выраблена ў дастатковай колькасці і адгружана цалкам.

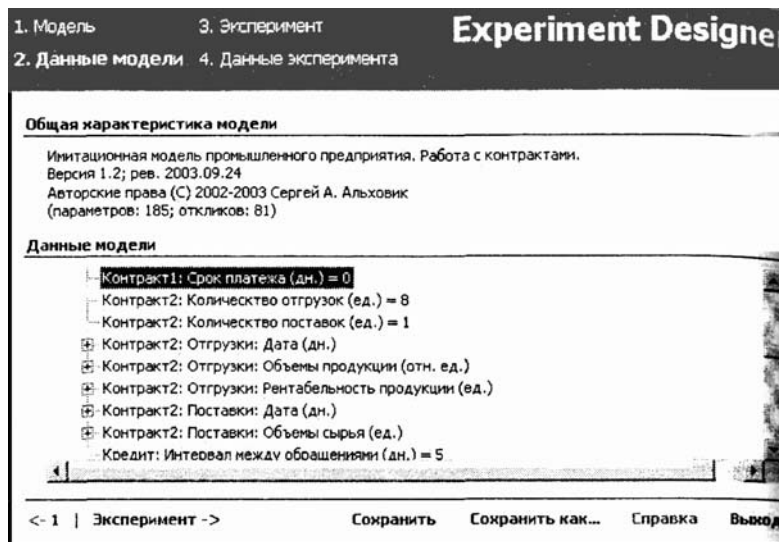
Схема інфармацыйных патокаў першага ўзроўню прыведзена на мал. 2.16. У адпаведнасці з прадстаўленымі на малюнку працэсамі распрацоўваецца праграма мадэлі кантракта, уключаецца ў імітацыйную мадэль (ІМ), праводзіцца сумесная адладка працэсаў.

Трэці этап. Пасля дапрацоўкі і адладкі ІМ уведзеныя зыходныя даныя аб бягучым стане прадпрыемства і стане знешняга асяроддзя, будзеце план эксперыменту. Няхай, напрыклад, патрабуецца вызначыць эфектыўнасць заключэння кантракта па крытэрыю рэнтабельнасці прадукцыі. Для гэтага ІМ даследуецца на двух узроўнях

(0 – прагон мадэлі без кантракта, 1 – прагон мадэлі з кантрактам). Для ўводу зыходных даных мадэлі і пабудовы плана эксперыменту выкарыстоўваецца спецыяльная праграма – Experiment Designer (мал. 2.17).



Мал. 2.16. Схема інфармацыйных патокаў першага ўзроўню



Мал. 2.17. Акно праграмы ExperimentDesigner

Атрыманя ў выніку прагонаў мадэлі вынікі захоўваюцца ў выглядзе XML-файлаў, і іх далейшая апрацоўка выконваецца пры дапамозе матэматычнага пакета STATISTICA 6.

Прыклад мадэлявання кантракта. За пастаўленую электраэнергію прадпрыемства разлічваецца ўласнай прадукцыяй. Адгрузка прадукцыі ажыццяўляецца пасля заключэння кантракта на працягу 76 дзён. Асноўныя даныя па адгрузках, відах вырабаў, коштах на момант заключэння кантракта і рэнтабельнасці прадукцыі прадстаўлены ў табл. 2.3.

Табліца 2.3

Пастаўка прадукцыі за электраэнергію

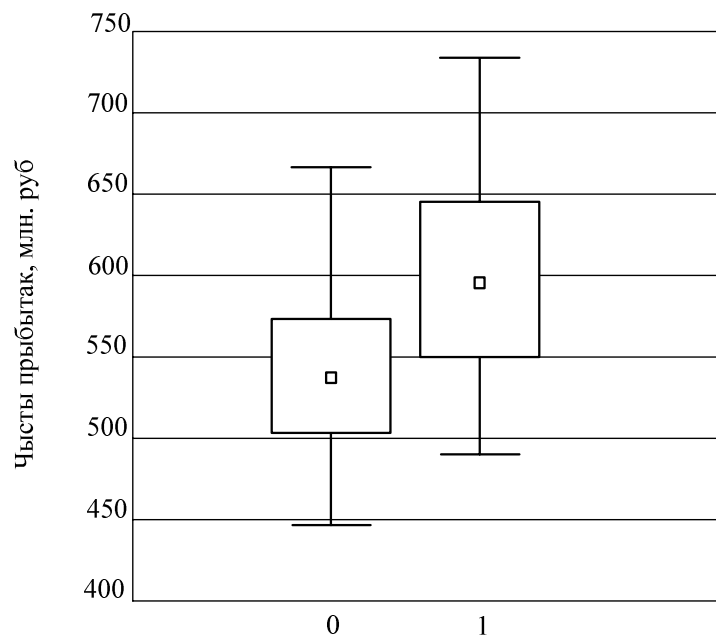
Назва вырабу (кошт, руб/адз. выр.)	Аб'ём вырабаў (рэнтабельнасць, %)				
	1-я адгрузка (15 адз.)	2-я адгрузка (34 адз.)	3-я адгрузка (41 адз.)	4-я адгрузка (68 адз.)	5-я адгрузка (76 адз.)
5С34(2220)	6272(16)	8753 (16)	3390 (16)	33666 (16)	98 (16)
5С34КВ(2260)	12 (16)		7043 (16)	87 (16)	
5С35КВ (870)			4075 (4)	3436 (4)	22511 (4)
5С36КВ(1218)			570 (5)	53231 (16)	
8С55 (2480)	2931(23)			1129(23)	
8С55КВ (609)			4082 (5)		
8С111 (1220)			1446 (7)		
8С111К(1150)	3755(13)				1950 (5)
8С119 (1420)		12866 (0)	5922 (0)	17548 (0)	
8С119К(2260)	12 (22)				
8С129К (2480)					3840 (16)
8С130К (760)	2074 (8)				9360 (16)
8С31 (1240)			1249 (25)		
8С31КВ(1370)			2696 (18)		
8С3КВ (910)	2435 (4)				
8С3КВr(2080)				3888 (15)	
8С41К (2300)		14720(13)	9007 (13)		489 (13)
8С41КВ(1870)	4(10)		2462 (10)	4586 (10)	
8С4КВr (2390)				321 (22)	
9С88КВ(2050)		4940 (15)			
9С89КВ(1820)	3441 (6)	4487 (6)			2192 (6)

Мадэляванне праведзена пры наступных асноўных умовах: ПДВ (адн. адз.) – 0,2; падатак з выручкі (адн. адз.) – 0,045; падатак з зароботнай платы (адн. адз.) – 0,05; падаткі з прыбытку (адн. адз.) – 0,25; падаткі з прыбытку, якія застаюцца ў распараджэнні прадпрыемства (адн. адз.), – 0,05; экалагічны падатак (руб/адз. выр.) – 0,01; каэфіцыент зносу асноўных сродкаў (адн. адз.) – 0,5; каэфіцыент пераацэньвання асноўных сродкаў (адн. адз./год) – 1,35; норма амартызацыі асноўных сродкаў (адн. адз./год) – 0,05; інтэрвал планавання вытворчасці

(*дзён*) – 5; тып функцыі размеркавання інтэрвалаў паміж зменамі коштаў – экспанентны; сярэдні інтэрвал паміж зменамі коштаў (*дзён*) – 30; стандартнае адхіленне інтэрвалаў паміж зменамі коштаў (*дзён*) – 30; сярэдні каэфіцыент змены коштаў (*адн. адз./мес.*) – 1,025; тып функцыі размеркавання каэфіцыента змены коштаў – раўнамерны; стандартнае адхіленне каэфіцыента змены коштаў – 0,01; сума на разліковым рахунку (*руб*) – 100 000 000.

Прыклад вынікаў даследавання кантракта па ўзаемазалежы прадстаўлены на мал. 2.18.

Такім чынам, у адпаведнасці з мал. 2.18 можна зрабіць выснову аб мэтазгоднасці заключэння разгледжанага кантракта пры зададзеных зыходных даных па крытэрыю чыстага прыбытку прадпрыемства.



Мал. 2.18. Змена чыстага прыбытку пры заключэнні кантракта (0 – прагон мадэлі без кантракта; 1 – прагон мадэлі з кантрактам)

Імітацыйнае мадэляванне маркетынгавай дзейнасці прамысловага прадпрыемства на ўзроўні работы з кантрактамі дэманструе магчымасці праграма-тэхналагічнага комплексу імітацыі па стварэнні мадэлей вытворча-эканамічных сістэм і ўтрымоўвае вялікую колькасць стандартных кампанент, якія могуць быць паўторна выкарыстаны ў іншых мадэлях. У нязменным выглядзе гэта імітацыйная мадэль можа быць выкарыстана для вырашэння задач, якія ўзнікаюць падчас заключэння і выканання кантрактаў.

Кантрольныя пытанні

1. У чым сутнасць канцэпцыі MRP, MRP-2 і ERP-сістэм?
2. Растлумачце прызначэнне функцыянальных кампанент ERP-сістэм і пакажыце іх састаўныя часткі.
3. Пакажыце асноўныя адрозненні мадэлі MRP ад мадэлі ERP.
4. Пералічыце дзеянні, якія выконваюцца падчас апэратыўнага кіравання.
5. Сфармулюйце асаблівасці развіцця ERP-сістэм.
6. Дайце характарыстыку сістэмы АСУ «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам».
7. Растлумачце прынцыпы работы імітацыйнай мадэлі дзейнасці прадпрыемства BelSim 2003.
8. Пакажыце асноўныя модулі АСК «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам».
9. Апішыце склад сістэмы «1С-Лагістыка: Кіраванне перавозкамі».

3. MES-СИСТЭМЫ

3.1. Матэматычнае і алгарытмічнае забеспячэнне АСК вытворчасцю

3.1.1. Сістэмны аналіз і класіфікацыя шматасартыментных хімічных вытворчасцей

Тыповая тэхналагічная схема вытворчасці хімічных прадуктаў складаецца са стадый падрыхтоўкі сыравіны, хімічнага сінтэзу, выдзялення і ачысткі прадуктаў.

Практычна ўсе стадыі заснаваны на сукупнасці шматлікіх тэхналагічных працэсаў. Тыповымі працэсамі з'яўляюцца механічныя, гідра-механічныя, цеплавыя, дыфузійныя, хімічныя, мікрабіялагічныя.

Да механічных працэсаў адносяцца перапрацоўка цвёрдых матэрыялаў пад уздзеяннем механічных сіл і класіфікацыя. Здрабненне праводзіцца для павелічэння ўдзельнай паверхні цвёрдых матэрыялаў і стварэння патрэбных фізіка-хімічных уласцівасцей.

Класіфікацыя сыпкіх матэрыялаў шляхам прасявання, сітавага аналізу забяспечвае падзел матэрыялу на фракцыі.

Гідра-механічныя працэсы заснаваны на пераносе імпульсу (колькасці руху). Рухаючай сілай працэсу з'яўляецца рознасць хуткасцей у розных пунктах прасторы; перанос імпульсу ажыццяўляецца ў кірунку зніжэння хуткасці. Да гідра-механічных працэсаў адносяцца: рух плыні газаў і вадкасцей у апаратах і трубах, рух часціц у асяроддзі пад уздзеяннем сіл цяжару і рух плыні вадкасці праз слой, створаны цвёрдымі часціцамі.

Працэсамі гэтай групы працэсаў з'яўляюцца перамешванне, дыспергаванне, эмульгаванне, падзел эмульсій і суспензій у адстойніках, гідрацыклонах; падзел суспензій фільтраваннем і цэнтрафугаваннем.

Энергетычныя працэсы ўяўляюць сабой перадачу ў прасторы розных форм энергіі. Найбольш распаўсюджаныя цеплавыя працэсы. Рухаючай сілай з'яўляецца рознасць температур у розных пунктах прасторы.

Дыфузійныя працэсы з'яўляюцца працэсамі перадачы рэчыва ці масы і назіраюцца пры падрыхтоўцы сыравіны, хімічным сінтэзе і пры падзеле прадуктаў. Рухаючай сілай гэтых працэсаў з'яўляецца рознасць канцэнтрацый, а колькаснай характарыстыкай інтэнсіўнасці – каэфіцыент дыфузіі.

Да дыфузійных працэсаў адносяцца дыстыляцыя і рэктыфікацыя, вадкасная і цвёрдафазная экстракцыя, крышталізацыя, абсорбцыя, сублімацыя, дэсублімацыя, сушка.

Хімічныя працэсы характарызуюцца стварэннем новых рэчываў, якія адрозніваюцца ад зыходных па хімічным складзе ці пабудове пры захаванні агульнай колькасці атамаў і ізатопага складу. Для ажыццяўлення хімічнай рэакцыі неабходна энергія для пераадолення энергетычных бар'ераў, энергія актывацыі. Калі часціцы маюць неабходную энергію актывацыі, то застаецца забяспечыць кантакт такіх часціц. У адваротным выпадку неабходна перадаць рэакцыйнай сістэме дадатковую энергію, напрыклад, шляхам нагрэву.

Мікрабіялагічныя працэсы звязаны з выдзяленнем мікраарганізмамі (бактэрыямі, дрожджамі, мікраскапічнымі грыбамі) ферментаў, якія выконваюць ролю біякаталізатараў.

Як правіла, тэхналагічныя стадыі і нават іх элементарныя тэхналагічныя працэсы, якія іх утвараюць, ёсць сукупнасць некалькіх фізіка-хімічных працэсаў, якія адбываюцца адначасова.

Пры аналізе і разліку працэсаў хімічнай тэхналогіі сістэмны аналіз рэалізуецца ў выглядзе модульнага прынцыпу. Складаныя працэсы разглядаюцца як набор модуляў, кожны з якіх мае сваё матэматычнае апісанне.

Трэба адзначыць, што ў сістэмах перыядычнага дзеяння набор тыповых працэсаў, якія фарміруюць складаны працэс у розныя моманты часу, можа значна адрознівацца.

Большасць тэхналагічных працэсаў рэалізуецца ў стандартных апаратах. Па рэжыме функцыянавання адрозніваюць апараты перыядычнага, непарыўнага і паўнепарыўнага дзеяння.

У апаратах перыядычнага дзеяння тэхналагічны працэс уяўляе сабой паслядоўнасць тэхналагічных і арганізацыйных аперацый, якія заканчваюцца некаторым станам апарата.

Сумарны час аперацый роўны часу яго тэхналагічнага цыкла

$$\tau = \sum_{k=1}^K \tau_k$$

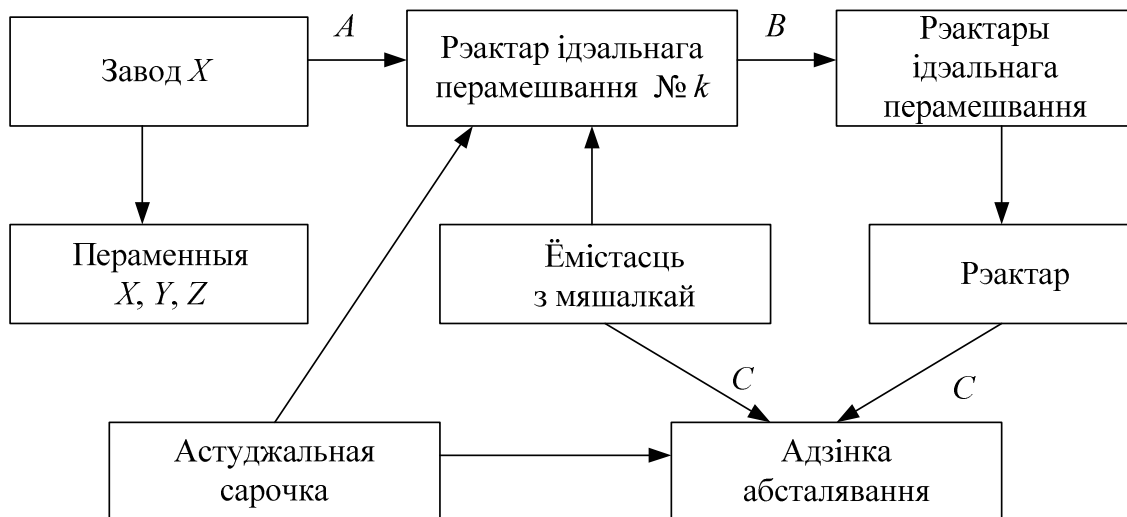
дзе τ_k – інтэрвал часу k аперацыі; k – колькасць аперацый тэхналагічнай стадыі.

Працягласць тэхналагічных аперацый у апаратах перыядычнага дзеяння адлюстроўваецца ў выглядзе часавых графікаў (графікаў Ганта). У гэтых апаратах транспартныя аперацыі (загрузка рэагентаў і выгрузка прадуктаў) і асноўныя аперацыі разнесены па часе.

У малатанажных шматасартыментных вытворчасцях дамінуюць тэхналагічныя апараты перыядычнага дзеяння.

У якасці хімічных рэактараў найбольшае распаўсюджанне атрымаў апарат ёмістага тыпу з перамешваннем і сістэмай цеплаабмену (90% ад усіх рэактараў).

Гэты рэактар можна паказаць графічна ў выглядзе канструкцыі апарата ці форме сістэмнага аналізу, напрыклад, семантычным графам (мал. 3.1).



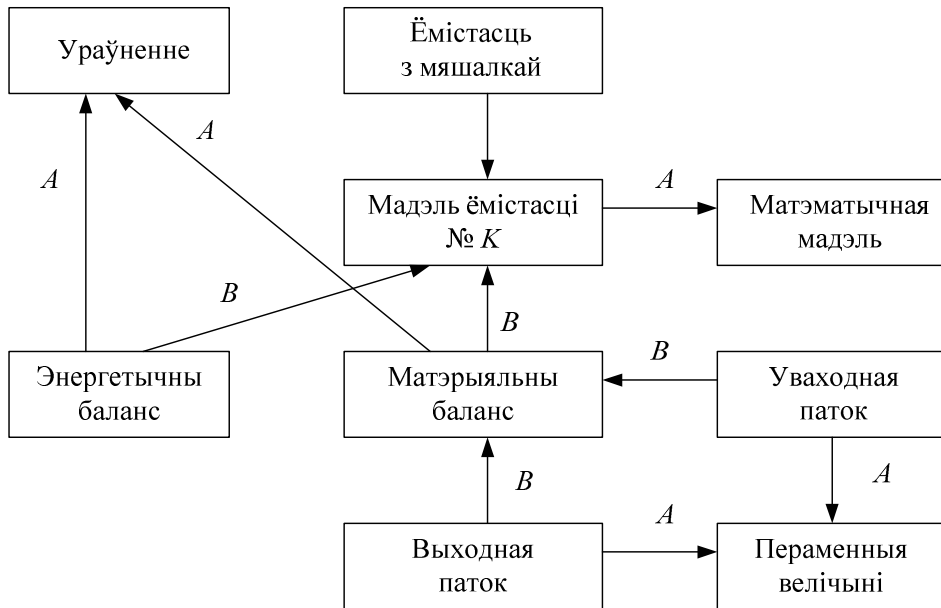
Мал. 3.1. Семантычны граф рэактара ідэальнага перамешвання.
Дугі графа адлюстроўваюць віды адносін: *A* – «з’яўляецца часткай»;
B – «з’яўляецца членам»; *C* – «з’яўляецца падкласам»

На мал. 3.2 адлюстраваны семантычны граф, які раскрывае паняцце «матэматычная мадэль рэактара».

Прыведзеныя графы адлюстроўваюць у вяршынях асноўныя паняцці і звесткі праблемнай галіны, а дугі паказваюць сэнсавыя і мэтавыя адносіны паміж гэтымі паняццямі і звесткамі.

Сувязь некалькіх апаратаў з мэтай вытворчасці прадуктаў фарміруе хімічна-тэхналагічную сістэму, якую можна атрымаць таксама ў розных формах, напрыклад, у блочна-функцыянальнай форме фрэйма «Тэхналагічны паток» (мал. 3.3).

Блочна-функцыянальная форма фрэйма ўяўляе сабой іерархічную блочную структуру, якая складаецца з упарадкаванай сукупнасці блокаў двух відаў: блокаў-пытанняў і блокаў-адказаў. Блокі-пытанні ўтрымліваюць розныя пытанні, якія трэба задаць чалавеку, які прымае рашэнне для разумення сэнсу і сутнасці некаторых уласцівасцей разглядаемага паняцця. Блокі-адказы раскрываюць гэтыя паняцці.



Мал. 3.2. Семантичны граф матэматычнай мадэлі рэактара ідэальнага перамешвання. Віды адносін: *A* – «з’яўляецца»; *B* – «з’яўляецца часткай»



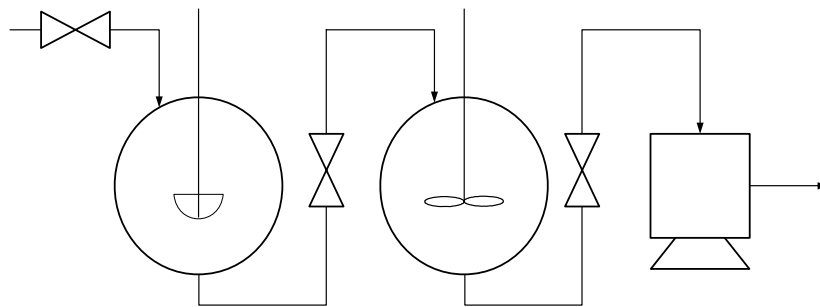
Мал. 3.3. Блочна-функцыянальная форма фрэйма «Тэхналагічны паток»

З кожным блок-пытаннем можа быць адвольная колькасць незапоўненых ці пустых блокаў-адказаў, якія называюцца слотамі. Слоты запаўняюцца экспертам і дазваляюць яму выкарыстаць свае інтэлектуальныя здольнасці для паглыблення і пашырэння ведаў аб разглядаемым аб'екце. У якасці блокаў-адказаў могуць быць выкарыстаны іншыя фрэймы, што забяспечвае класіфікацыйныя ўзаемасувязі паміж фрэймамі. Узаемазвязанную сукупнасць фрэймаў называюць сеткай фрэймаў.

З другога боку, для хімічна-тэхналагічных сістэм перыядычнага тыпу можна стварыць больш простыя алгарытмы для аналізу стану працэсаў.

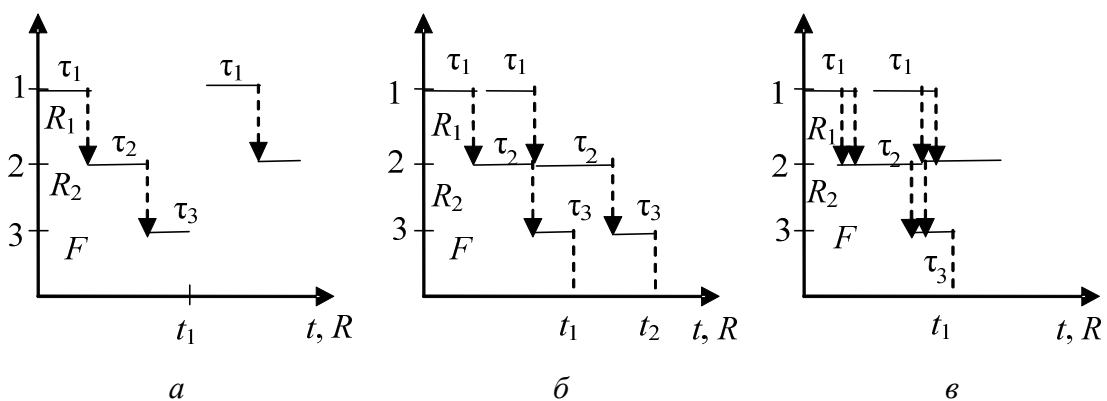
Разгледзім часавыя рэжымы функцыянавання такой сістэмы. Будзем лічыць, што на прадпрыемстве ёсць некалькі рэактараў рознага аб'ёму ёмістасці.

У першым выпадку разгледзім трохстадыйную сістэму з непазрэдным узаемдзеяннем апаратаў (мал. 3.4).



Мал. 3.4. Тэхналагічная схема перыядычнага дзеяння з паслядоўна ўключанымі апаратамі

Магчымая арганізацыя работы апаратаў і адпаведныя часавыя графікі прыведзены на мал. 3.5.



Мал. 3.5. Часавыя графікі работы апаратаў:

a – без перакрывання тэхналагічных цыклаў; *б*, *в* – у аптымальным часавым рэжыме без уліку, з улікам часу на транспартныя аперацыі адпаведна

Для варыянта (а) тэхналагічны цыкл сістэмы роўны суме рабочых цыклаў τ_j паслядоўна злучаных апаратаў

$$\tau = \sum_{j=1}^m \tau_j,$$

а сумарны час напрацоўкі прадукту T роўны здабытку гэтага часу на колькасць вырабленых партый прадукту

$$T = k \sum_{j=1}^m \tau_j,$$

дзе m – колькасць апаратурных стыддй.

Як бачна з графіка мал. 3.5, а, абсталяванне выкарыстоўваецца неэфектыўна і ёсць значны рэзерв часу: вытворчасць кожнай наступнай партыі прадукту, акрамя першай, можа быць пачата праз інтэрвал часу τ_L , роўны працягласці цыкла самай «маруднай» стадыі. Калі кожная стадыя ўтворана адзіным апаратам (мал. 3.5, б), то

$$\tau_L = \sup_{i \in j} \tau_i,$$

дзе сімвал \sup абазначае аперацыю знаходжання максімальнага элемента; j – мноства апаратурных стадыі.

На мал. 3.5, в адлюстравана работа сістэмы з улікам транспартных аперацый. Калі транспартаванне рэчыва ажыццяўляецца помпамі, то яго працягласць залежыць ад магутнасці помпаў і адпаведна можа разглядацца як пераменная. Такім чынам з дапамогай магутнасці помпы можна «сціскаць» ці «расцягаваць» расклад работы сістэмы.

Для далейшага змяншэння часу прастую тэхналагічных апаратаў на стадыі з найбольшай працягласцю цыклаў устанаўліваюць паралельныя апараты, якія ўключаюцца ў работу з раўнамерным спазненнем (мал. 3.6).

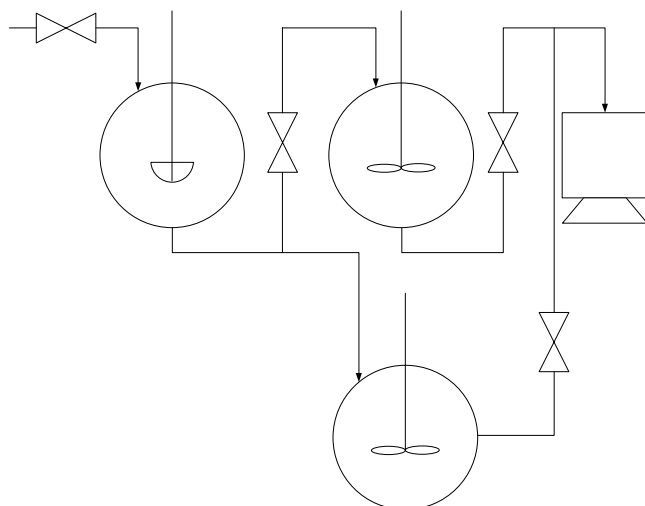
Часавы графік функцыянавання сістэмы (мал. 3.6) прыведзены на мал. 3.7.

Калі стадыю фарміруюць N_j паралельных апаратаў, то

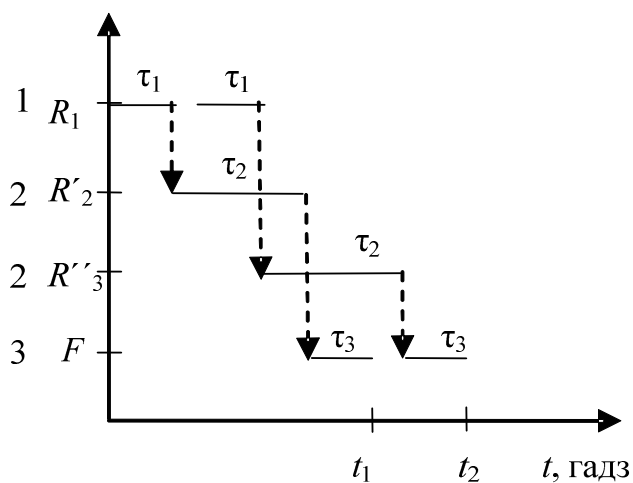
$$\tau_L = \sup(\tau_j / N_j), \quad j = \overline{1, m}.$$

Калі ёсць магчымасць паміж стадыямі выкарыстаць прамежкавыя ёмістасці, то такую сістэму можна разглядаць як квазінепарыўную, і яе тэхналагічны цыкл вызначаецца працягласцю цыкла апошняга апарата, падзеленай на колькасць паралельных апаратаў, якія ствараюць гэтую стадыю:

$$\tau_L = \tau_m / N_m.$$

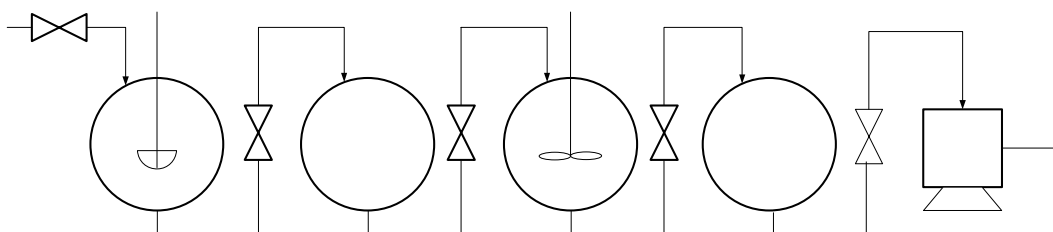


Мал. 3.6. Тэхналагічная схема перыядычнага дзеяння з паралельнымі апаратамі на другой стадыі



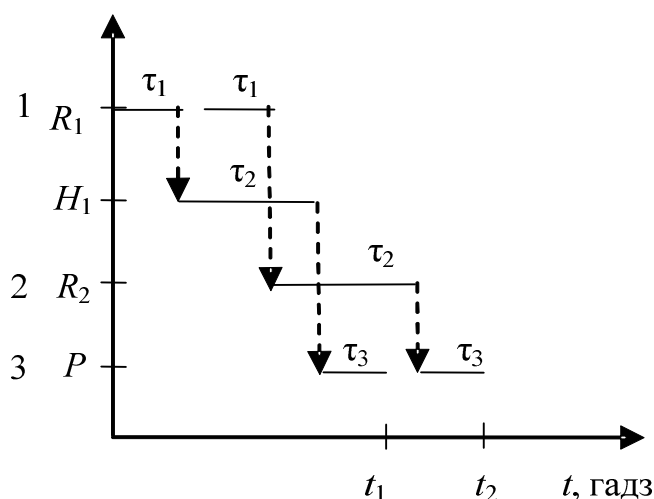
Мал. 3.7. Аптымальны часавы графік работы сістэмы з двума паралельнымі рэактарамі на другой стадыі

На мал. 3.8 прыведзена трохстадыйная сістэма перыядычнага дзеяння з дзвюма прамежкавымі ёмістасцямі.



Мал. 3.8. Трэхстадыйная хімічна-тэхналагічная сістэма з прамежкавымі ёмістасцямі

На мал. 3.9 прыведзены часавы графік функцыянавання гэтай сістэмы.



Мал. 3.9. Часавы графік функцыянавання трохстадынай сістэмы з прамежкавымі ёмістасцямі

Як відаць з графіка (мал. 3.9), найбольш працяглы цыкл работы τ_L мае апарат R_2 : на працягу інтэрвала часу τ_L прамежкавая ёмістасць H_1 запаўняецца двойчы, і адзін раз з яе адбіраецца рэакцыйная маса ў апарат R_2 , за інтэрвал часу, роўны τ_L , рэакцыйная маса паступае ў ёмістасць H_2 адзін раз, а адбіраецца з яе тры разы.

Аб'ёмы рэакцыйнай масы адпавядаюць умове: $v_2 = 2v_1 = 3v_3$, а аб'ёмы апаратаў

$$V_1 = v_1 / \varphi_1 = v_2 / 2\varphi_1; \quad V_2 = v_2 / \varphi_2; \quad V_3 = v_3 / \varphi_3 = v_2 / 2\varphi_3,$$

дзе φ_i – каэфіцыент запаўнення аб'ёму апарата.

Пры нязменнай працягласці цыклаў апаратаў працягласць цыкла сістэмы залежыць ад варыянта апаратнага выканання схемы, а таксама ад раскладу работы і складае для графіка на мал. 3.5 $\tau = \tau_2$, на мал. 3.7 $\tau = \tau_2 / 2$, на мал. 3.9 $\tau = \tau_2 / 3$.

Велічыня, зваротная τ , ёсць часціня, з якой порцыя мэтавага прадукту выходзіць з сістэмы. Відавочна, што для выканання плана памер порцыі прадукту ў другім выпадку ў два разы, а ў трэцім выпадку ў тры разы меншы, чым у першым. У сваю чаргу гэта вызначае памер апаратаў. Канчатковы выбар найлепшага варыянта магчымы толькі ў выніку вырашэння задачы аптымізацыі.

Сумарны час T , які траціцца на вытворчасць k партый мэтавага прадукту, вызначаецца выразам

$$T = \sum_{j=1}^m \tau_j + (k-1)\tau_L$$

і з'яўляецца мінімальным.

У шматпрадуктовых хімічна-тэхналагічных сістэмах прадукты можна атрымліваць паслядоўна, адначасова ці групамі. Пры паслядоўным вырабе прадуктаў і графіку работы (мал. 3.9) агульны час ёсць сума часу, які траціцца на кожны прадукт

$$T = \sum_{i=1}^n k_i \sum_{j=1}^m \tau_{ij},$$

дзе τ_{ij} – працягласць цыкла апарата стадыі j пры вытворчасці прадукту i ; k_i – колькасць партый прадукту j .

Для аптымальнага раскладу работы трэба знайсці лімітуючую стадыю і вызначыць працягласць τ_{ij} яе рабочага цыкла для кожнага прадукту

$$\tau_{ij} = \sup_{j \in J} (\tau_{ij} / N_j).$$

Тады агульны час работы сістэмы без часу на пераналадку ёсць

$$T = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m \tau_{ij} + (k_j - 1)\tau_{Li} \right).$$

Калі прадукты вырабляюцца адначасова, то час на вытворчасць вызначым згодна з выразам

$$T = \sup_{i \in I} \left\{ k_i \sum_{j=1}^m \tau_{ij} \right\} \text{ ці } T = \sup_{i \in I} \left\{ \sum_{j=1}^m \tau_{ij} + (k_i - 1)\tau_{Li} \right\}.$$

3.1.2. Алгарытм вызначэння аб'ёму запуску і апрацоўкі дэталяў (прадуктаў)

Задача адносіцца да загрузкі фондаў часу абсталявання ў лік плана вытворчасці.

Пры рашэнні разглядаемай задачы магчымасці выканання работ вызначаюцца фондамі часу абсталявання, але работа можа быць прызначана на выкананне толькі тады, калі для ўсіх папярэдніх работ фонды часу абсталявання ўжо выдзелены (забяспечаны задзел на партыя-аперацыю).

Пры рашэнні для кожнай групы аднатыпнага абсталявання вызначаюцца ўсе належачыя да выканання партыя-операцыі, але іх расклад на часовай восі не вызначаецца і не вызначаецца размеркаванне работ у апаратнай групе.

Пры рашэнні задачы ўлічваюцца толькі патрэбнасці ў фондах часу абсталявання, якое знаходзіцца на ўчастку (у цэху). Час на наладку абсталявання і знешнія операцыі пад увагу не прымаецца.

Зыходныя даныя задачы:

- будзем нумараваць віды прадуктаў лічбамі $m = 1, \dots, M$;
- колькасць груп аднатыпнага абсталявання будзем нумараваць лічбамі $i = 1, \dots, I$;
- фонд часу f_i групы абсталявання i ($i = 1, I$);
- прысутнасць матэрыялаў (заготовак) q^m для вырабу дэталеў віду m , $m = 1, \dots, M$;
- будзем лічыць, што тэхналагічныя маршруты не ўключаюць знешнія операцыі.

Для кожнага віду дэталеў (прадуктаў) m ($m = \overline{1, M}$) задаецца: колькасць операцый j у тэхналагічным маршруце J^m ($j = \overline{1, J^m}$); час t_j^m апрацоўкі дэталеў (прадукту) на операцыі j ; i_j^m – нумар групы абсталявання, на якім выконваецца операцыя j .

Увядзём у разгляд каэфіцыенты

$$a_{ij}^m, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J^m},$$

якія вызначаюцца суадносінамі

$$a_{ij}^m = \begin{cases} t_j^m, & i_j^m = i \\ 0, & i_j^m \neq i \end{cases}.$$

Увядзём таксама l^m для характарыстыкі складанасці апрацоўкі дэталеў па тэхналагічным маршруце, які залежыць у першую чаргу ад працягласці сумы часу на выкананне операцыі на гэтым маршруце:

$$l^m = \sum_{j=1}^{J^m} t_j^m.$$

Для кожнага віду дэталеў (прадуктаў) m ($m = \overline{1, M}$) задаецца колькасць дэталеў y_j^m , якія прайшлі операцыю j , але не трапілі на операцыю $j+1$.

План запуску дэталеў розных відаў d^m , $m = \overline{1, M}$.

Вынік задачы – трэба атрымаць па кожным m -відзе дэталай колькасць дэталай X_j^m , якія могуць быць апрацаваны на аперацыі $j(j=1, J^m)$ тэхналагічнага маршруту на працягу месяца.

Умова рашэння задачы – колькасць дэталай, якія будуць выраблены (апрацаваны) на працягу месяца, павінна адпавядаць плану запуску

$$X^m \leq d^m. \quad (3.1)$$

Пры неабходнасці можна ўлічыць незавершаную вытворчасць Y_j^m і запісаць няроўнасць

$$X^m \leq d^m - \sum_{j=1}^{J^{m-1}} Y_j^{m-1}, \quad (3.2)$$

дзе $\sum_{j=1}^{J^{m-1}} Y_j^{m-1}$ – колькасць дэталай, якія знаходзяцца на пачатак месяца ў незавершанай вытворчасці.

Разгледзім аперацыю $j(j=1, J^{m-1})$. Колькасць дэталай, якія прыйшлі на аперацыю $j+1$, роўная $x_j^m + y_j^m$. Калі аперацыю $j+1$ за месяц прайшло x_{j+1}^m дэталай, то колькасць дэталай z_j^m у незавершанай вытворчасці на момант завяршэння месяца ў задзеле на аперацыю $j+1$ (прайшлі аперацыю j , але не трапілі на аперацыю $j+1$) можна вызначыць па формуле

$$z_j^m = x_j^m + y_j^m - x_{j+1}^m. \quad (3.3)$$

Улічваючы, што $z_j^m \geq 0$, маем няроўнасць

$$X_{j+1}^m - X_j^m \leq Y_j^m, \quad (3.4)$$

якую можна назваць умовай непарыўнасці.

Час на апрацоўку дэталай віду m на групе абсталявання i роўны

$$\sum_{j=1}^{J^m} a_{ij}^m x_j^m.$$

Час на апрацоўку ўсіх дэталай $m = \overline{1, M}$ на групе абсталявання i не будзе перавышаць фонд часу гэтай групы абсталявання:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^{J^m} a_{ij}^m x_j^m \leq f_i. \quad (3.5)$$

Задача ў тым, каб як мага больш поўна загрузіць абсталяванне.

Будзем вымяраць загрузку абсталявання колькасцю выкананых за месяц дэталі-операцый. Для дэталеў віду m гэтая колькасць дэталі-операцый роўная

$$\sum_{j=1}^{J^m} x_j^m .$$

Дэталі-операцыі над дэталямі розных відаў можна ўлічваць з рознай вагой. У якасці вагавых каэфіцыентаў выкарыстаем складанасць операцый апрацоўкі дэталеў l^m .

Тады можна запісаць загрузку абсталявання як

$$W = \sum_{m=1}^M l^m \sum_{j=1}^{J^m} x_j^m .$$

Гэты выраз прымем за мэтавую функцыю, якую трэба максімізаваць.

У выніку маем задачу цэлалічбавага лінейнага праграмавання з невядомымі x_j^m пры абмежаваннях (3.1)–(3.5).

Задача ўтрымлівае $\sum_{m=1}^M J^m$ невядомых і $\sum_{m=1}^M J^{m+1}$ абмежаванняў, мае значны аб'ём і патрабуе выкарыстання ПЭВМ.

3.1.3. Метады аўтаматызацыі фарміравання раскладу работы абсталявання

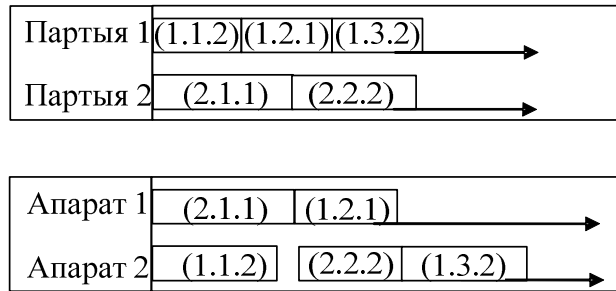
Па сутнасці задача фарміравання раскладу з'яўляецца задачай упарадкавання канчатковага мноства работ ва ўмовах цэлага шэрагу абмежаванняў.

Кожная такая задача можа быць вылічана канчатковым пераборам усіх магчымых варыянтаў. Але колькасць варыянтаў нават для невялікіх задач вельмі вялікая, і таму выкарыстоўваюцца як матэматычныя, так і эўрыстычныя метады.

Эўрыстычныя метады патрабуюць у параўнанні з матэматычнымі (лінейнае і дынамічнае праграмаванне, метады галін і меж) меншага аб'ёму вылічэнняў, прасцей ўлічваюць розныя абмежаванні, але не дазваляюць знайсці аптымальнае рашэнне. Эўрыстычныя метады дазваляюць фарміраваць расклад на дастаткова вялікім інтэрвале часу.

Расклад выканання работ найбольш наглядна паказаны дыяграмамі Ганта. Няхай, напрыклад, неабходна апрацаваць дзве партыі з нумарамі: $p = 1, 2$. Тэхналагічны маршрут апрацоўкі першай

партыі складаецца з трох аперацый з нумарамі $j = 1, 2, 3$, а другой партыі – з дзвюх аперацый з нумарамі $j = 1, 2$. Для выканання аперацый выкарыстоўваюцца два апараты (станкі) з нумарамі $g = 1, 2$. Будзем характарызаваць кожную партыю трыма лічбамі (p, j, g) і адлюстроўваць яе гарызантальна выцягнутым прамавугольнікам, даўжыня якога прапарцыянальна часу выканання партыя-операцыі (уклучаючы наладку апарата). Графічны выгляд прыкладу прыведзены на мал. 3.10.



Мал. 3.10. Прыклад дыяграмы Ганта

Аналагічна адлюстроўваюцца партыя-операцыі для кожнага апарата.

Будзем лічыць, што задача пабудовы раскладу зададзена мноствам партый дэталеў, якія трэба апрацаваць па вядомых тэхналагічных маршрутах. Тады асноўнай адзінкай планавання будзе партыя-операцыя, якая характарызуецца звычайнымі параметрамі. Асноўнымі абмежаваннямі ў гэтым выпадку з'яўляюцца: паслядоўнасць выканання партыя-операцый, якія задаюцца тэхналагічным маршрутам; забарона адначасовага выканання на апарате двух партыя-операцый; абмежаванні на час запуску партый на апрацоўку, якія вызначаюцца графікам пастаўкі паўфабрыкатаў (матэрыялаў); абмежаванні на час вырабу дэталеў, які вызначаецца графікам выпуску; абмежаванні па існуючых фондах часу абсталявання (па зададзеных часавых інтэрвалах); абмежаванні, звязаныя са спосабам перадачы партыі з аперацыі на аперацыю (з улікам неабходнасці настройкі абсталявання).

Расклад, які адпавядае прыведзеным абмежаванням, называецца дапушчальным, фармулёўка крытэрыю якасці раскладу для канкрэтных умоў вытворчасці павінна быць сваёй. Найбольш часта патрабуецца: мінімізацыя часу на выкананне зададзенага аб'ёму работ, сумарнага часу простаю абсталявання, часу пралежвання партыі, адхілення ад плана выпуску, аб'ёму незавершанай вытворчасці, часу пераналадак абсталявання.

Пры выкарыстанні эўрыстычных метадаў з дапамогай вылічальнай тэхнікі рэалізуюцца спосабы складання раскладу, якія прымяняе чалавек.

У кожны момант часу разглядаюцца партыя-аперацыі, якія чакаюць апрацоўкі на апарате (групе апаратаў), і пры вызваленні апарата (станка) адна з гэтых партыя-аперацый прызначаецца на апрацоўку. Выбар прызначаемай партыя-аперацыі з чаргі чакаючых апрацоўкі ажыццяўляецца пры дапамозе прыярытэтнага правіла дысцыпліны прызначэння.

На цяперашні час існуе вялікая колькасць розных дысцыплін прызначэння, якія заснаваны на розных умовах. Назвы некаторых дысцыплін прызначэння дазваляюць меркаваць аб правілах, якімі карыстаюцца пры гэтых прызначэннях. Пералічым некаторыя дысцыпліны прызначэння.

1. Першым прыйшоў – першым абслужаны.
2. Правіла найкарацейшай аперацыі.
3. Правіла найбольш доўгай аперацыі.
4. Партыя, у якой даўжыня астатняй невыкананай часткі (хваста) тэхналагічнага маршруту максімальная.

5. Партыя, у якой даўжыня «хваста» тэхналагічнага маршруту мінімальная.

6. Выпадковы выбар.

7. Партыя, у якой «вузкае месца» у тэхналагічным маршруце па парадку выканання аперацый далей.

Пад вузкім месцам тэхналагічнага маршруту разумеецца найбольш загрузаны работамі апарат (станок).

8. Партыя, у якой да часу выпуску засталася менш за ўсё часу.

9. Партыя, у якой напружанасць выпуску найбольш высокая.

Пад напружанасцю выпуску разумеецца суадносіны даўжыні «хваста» тэхналагічнага маршруту да часу, які застаецца да дырэктывага тэрміну выпуску.

Існуюць розныя варыянты фарміравання раскладу.

Побач з аднакратнымі алгарытмамі, калі адзін раз складзенае прызначэнне партыя-аперацыі больш не пераглядаецца, існуюць карэктуючыя алгарытмы, у якіх раней зробленыя прызначэнні партый могуць змяняцца.

У працэсе складання раскладу можна ісці ад апаратаў, кожны раз прызначаючы партыю на першы вызвалены апарат, а можна ісці «ад партыі», калі партыі ўпарадкоўваюцца па тэрміновасці. Для кожнай партыі паслядоўна плануецца выкананне тэхналагічнага маршруту. Для кожнай аперацыі і знаходзіцца свабоднае акно абсталявання.

Разгледзім больш падрабязна прыклад складання раскладу. Пры гэтым будзем зыходзіць з наступных перадумоў. Станкі (апараты) аб'ядноўваюцца ў групы адна тыпных. Кожнаму апарату зададзены графік яго работы. Планавыя рамонтны абсталяванні адсутнічаюць. Інструмент і прыстасаванні заказваюцца камплектамі для партыя-аперацый за тры змены. Тэхналагічны маршрут апрацоўкі дэталяў уключае знешнія аперацыі. Для выканання аперацый над партыямі патрабуецца наладка станкоў. Працяг настройкі залежыць толькі ад прадугледжанай дэталі-аперацыі. У змену над партыяй пачынаюць не больш адной аперацыі. Партыя-аперацыя заўсёды выконваецца на адным апарате (станку). Існуе алгарытм вызначэння найбольш ранняга часу пачатку наступнай аперацыі над партыяй. Адрэзак планавання разбіты на змены. На пачатак адрэзку планавання існуюць даныя аб незавершанай вытворчасці, звесткі аб існаванні камплектаў інструментаў і рэактываў для выканання партыя-аперацыі, план іх паставак на першую і другую змены, звесткі аб існаванні матэрыялаў і паўфабрыкатаў і плане іх паставак. Дапрацоўка партыі з незавершанай вытворчасці выконваецца на тых жа станках (апаратах), на якіх праводзіліся аперацыі над партыямі да пачатку адрэзку планавання. На першую аперацыю тэхналагічнага маршруту партыя запускаецца ў апрацоўку толькі тады, калі яна поўнаасцю ўкамлектавана да выканання работ.

Расклад работы абсталявання фарміруецца шляхам паслядоўнага руху па часовай восі. Чарга партыі для групы абсталявання фарміруецца перад пачаткам кожнай змены. На працягу змены партыі прызначаюцца на апрацоўку толькі з чаргі на змену.

Выбрана дысцыпліна прызначэння партыі з чаргі на апрацоўку, якая ўлічвае найбольш ранні магчымы час пачатку аперацый над партыямі і працягласць наладкі абсталявання на апрацоўку партыі. У раскладзе работы абсталявання фіксуецца час наладкі апаратаў (станкоў) на выкананне аперацыі апрацоўкі партыі і іх прастояў, калі яны большыя за зададзеныя мінімумы.

У далейшым скарыстаем наступныя абазначэнні: s – нумар змены адрэзку планавання, $s = s^{\text{пач}}$, $s = s^{\text{пач}+1}$, ..., $s^{\text{канч}}$; $T_s^{\text{цаа}}$ – час (момант) завяршэння змены з нумарам s^i ; i – нумар групы апаратаў (станкоў), $i = 1, I$; j – нумар аперацыі тэхналагічнага маршруту; p – нумар партыі, якая чакае апрацоўкі на групе апаратаў i на чарговай аперацыі j тэхналагічнага маршруту; $g_i^{\text{мін}}$, $t_i^{\text{мін}}$ – адпаведна нумар апарата (станка) групы i , які першым вызваліўся ад раней назначанай работы, і момант часу, калі гэта здарыцца.

Расклад работы абсталявання фарміруецца ў два этапы.

Этап 1. Час вызвалення ўсіх апаратаў (станкоў) ад прызначанай на іх работе прымаецца роўным пачатку адрэзку планавання. Разглядаюцца ўсе існуючыя партыі апрацоўкі, і па часе фарміруецца ўся неабходная для этапа 2 інфармацыя. Адначасова пачынаюць складаць расклад работы абсталявання, уключаючы ў яго даныя аб дапрацоўцы партыі з незавершанай вытворчасці. Робіцца гэта для кожнай партыі наступным чынам.

Калі для выканання аперацыі j партыя замацавана ў незавершанай вытворчасці за фіксаваным апаратам (станком), то па графіку работы апарата і тэрміну дапрацоўкі партыі на аперацыі вызначаюць час завяршэння аперацыі j над партыяй i , запісваюць у расклад даныя аб дапрацоўцы партыі на апарате (станку) і час вызвалення апарата (станка).

Калі для выканання аперацыі j партыя не замацавана за апаратам (станком), а для выканання аперацыі $j - 1$ партыя за апаратам (станком) (партыя з незавершанай вытворчасці), то ў масіве партый фарміруецца інфармацыя па аперацыі j над партыяй. Пасля выканання над партыяй аперацыі $j - 1$ (гл. папярэдні пункт) вызначаецца найбольш ранні магчымы момант пачатку аперацыі j і, калі яна не з'яўляецца знешняй, фіксуецца найбольш ранні магчымы момант пачатку наладкі апарата (станка) на апрацоўку партыі на гэтую аперацыю (час гатоўнасці партыі да апрацоўкі з наладкай на аперацыю j). Пры неабходнасці ўлічваюцца графікі работы апаратаў (станкоў) групы, дзе выконваецца аперацыя j .

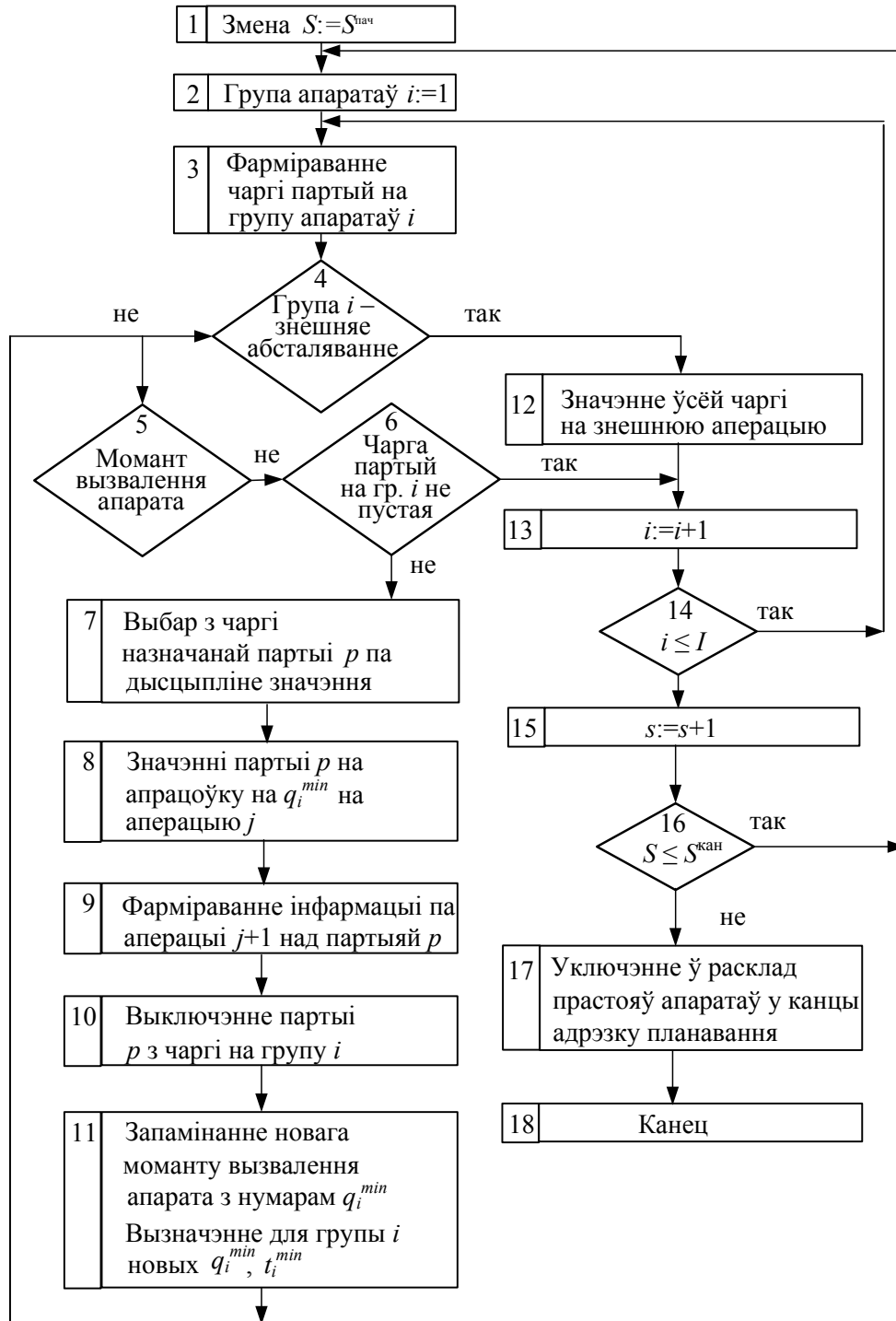
Калі для выканання аперацыі j партыя не замацавана за апаратам (станком), а аперацыя $j - 1$ над партыяй поўнасцю выканана (да пачатку адрэзку планавання), то ў масіве партый інфармацыя аб аперацыі j над гэтай партыяй з незавершанай вытворчасці фарміруецца так. Момант гатоўнасці партыі да апрацоўкі з наладкай на аперацыі j прымаецца роўным пачатку адрэзку планавання, а найбольш ранні магчымы момант пачатку аперацыі j – роўным моманту завяршэння наладкі на аперацыю j (калі наладку выконваць з пачатку адрэзку планавання).

Калі над партыяй яшчэ не пачата першая аперацыя, то ў масіве партый інфармацыя па першай аперацыі партыі фарміруецца наступным чынам.

Найбольш ранні магчымы момант пачатку першай аперацыі вызначаецца па наяўнасці і плане паставак для партый матэрыялаў (камплектуючых, заготовак), а момант гатоўнасці да апрацоўкі з наладкай знаходзяць шляхам адлічвання ад моманту пачатку аперацыі ў зваротным кірунку часу наладкі (калі гэты апошні момант часу атрымаецца

раней, чым пачатак адліку планавання, то інфармацыя па партыі вызначаецца аналагічна папярэдняму пункту).

Этап 2. Алгарытм фарміравання раскладу на этапе 2 прыведзены на мал. 3.11.



Мал. 3.11. Алгарытм фарміравання раскладу. Этап 2

Прывядзём тлумачэнні да асобных блокаў алгарытму.

Блок 3. З масіву партый выбіраюцца ўсе партыі p , якія чакаюць апрацоўкі на далейшай аперацыі j тэхналагічнага маршруту на групе апаратаў (станкоў) i , у якіх момант гатоўнасці да апрацоўкі настае раней канца $T_S^{\text{эаі}}$ змены S .

Калі група апаратаў (станкоў) не з'яўляецца знешнім абсталяваннем і змена $S < 4$, то з адабраных партый выключаюцца партыі, для якіх на пачатак змены S на плануюмую аперацыю j няма матэрыялаў, камплектуючых ці адсутнічае заказ на гэтыя матэрыялы. Усе астатнія партыі складаюць фарміруемую чаргу.

Блок 7. З чаргі партый, якія чакаюць апрацоўкі на групе апаратаў (станкоў) i , па дысцыпліне прызначэння выбіраецца найбольш тэрміновая партыя p , якая будзе прызначана на станок $g_i^{\text{мін}}$ (хутчэй за іншыя вызваліцца). Пры гэтым улічваецца момант вызвалення станка $t_i^{\text{мін}}$ і моманты гатоўнасці партый чаргі на апрацоўку (моманты гатоўнасці партый да апрацоўкі з наладкай).

Блок 8. Па моманце вызвалення апарата (станка) $t_i^{\text{мін}}$, моманце гатоўнасці партыі p да апрацоўкі з наладкай графіка работы станка $g_i^{\text{мін}}$ вызначаецца найбольш ранні магчымы момант пачатку наладкі апарата (станка) і працягласці прастою апарата (станка) перад наладкай. Калі працягласць прастою апарата большая за мінімальна фіксуемы, то ў расклад заносяць час прастою апарата. Па графіку работы апарата вызначаюць момант завяршэння наладкі і ў раскладзе фіксуюць наладку станка.

Па графіку работы апарата (станка) і працягласці партыя-аперацый вызначаюць момант завяршэння аперацыі (вызваленне апарата) і ў раскладзе фіксуюць апрацоўку партыі на апарате.

Блок 9. Калі аперацыя j з'яўляецца апошняй аперацыяй тэхналагічнага маршруту, то партыя p выключаецца з масіву партый. Калі аперацыя j не з'яўляецца апошняй у тэхналагічным маршруце, то ў масіве партый для яе фарміруецца інфармацыя па наступнай $j + 1$ аперацыі. Пасля праходжання партыяй аперацыі j на апарате (станку) $g_i^{\text{мін}}$ вызначаецца найбольш ранні магчымы момант пачатку аперацыі $j + 1$ (момант гатоўнасці партыі да апрацоўкі на аперацыі $j + 1$) і, калі аперацыя $j + 1$ не з'яўляецца знешняй, то найбольш ранні момант пачатку наладкі станка на апрацоўку партыі на аперацыі $j + 1$ (момант гатоўнасці партыі да апрацоўкі з наладкай на аперацыі $j + 1$). Пры

неабходнасці ўлічваюцца графікі работы аператараў (станкоў) групы, дзе выконваецца аперацыя $j + 1$.

Блок 11. Запамінаецца новы момант вызвалення апарата (станка) з нумарам g_i^{\min} ад апрацоўкі партыі p . Сярод групы апаратаў (станкоў) I вызначаецца новы апарат (станок) g_i^{\min} , які першым будзе свабодным ад раней зафіксаванай работы, а момант яго вызвалення будзе t_i^{\min} .

Блок 12. Для кожнай партыі з чаргі вызначаецца момант завяршэння знешняй аперацыі, у раскладзе фіксуецца апрацоўка партыі на знешняй аперацыі i , як у блоку 9, у масіве партый фарміруецца інфармацыя па аперацыі, якая будзе ісці за разгледжанай знешняй аперацыяй над партыяй (калі знешняя аперацыя не завяршала тэхналагічны маршрут).

Цяпер разгледзім задачу фарміравання раскладу абсталявання метадам лінейнага праграмавання.

Колькасць разглядаемых відаў дэталяў, матэрыялаў M . Будзем іх нумараваць праз $m = \overline{1, M}$.

Колькасць груп аднатыпнага абсталявання I . Будзем нумараваць групы абсталявання праз $i = \overline{1, I}$.

Будзем лічыць, што тэхналагічны маршрут не ўтрымлівае знешніх аперацый. Для кожнага віду дэталяў m задаюцца: колькасць аперацый у тэхналагічным маршруце J^m , ($j = \overline{1, J^m}$), час апрацоўкі адной дэталі на аперацыі j тэхналагічнага маршруту t_j^m , нумар групы абсталявання i_j^m , на якой выконваецца аперацыя j .

План выпуску дэталяў розных відаў – вектар $D(d^1, \dots, d^m)$.

Кошт γ^m пралежвання дэталі віду m за адзінку часу.

Няхай адрэзак планавання разбіты на S частак, якія для прастаты будзем называць суткамі і нумараваць лічбамі $s = \overline{1, S}$.

Для кожных сутак трэба задаць наступныя велічыні:

працягласць сутак σ_s , $s = \overline{1, S}$;

фонд часу груп абсталявання i у суткі Sf_{is} , $i = \overline{1, I}$, $s = \overline{1, S}$.

План выпуску вырабаў кожнага віду разбіваецца на партыі апрацоўкі.

Абазначым колькасць партый апрацоўкі і ўвядзём для іх адзіную нумарацыю, незалежную ад віду вырабаў $p = \overline{1, P}$. Будзем лічыць вядомай функцыю $m(p)$, якая па нумары партыі p дасць нумар вырабу m .

Колькасць вырабаў у партыі апрацоўкі p абазначым праз x_p , тады запішам роўнасць

$$\sum_{m(p)=m} x_p = d^m .$$

Сфармулюем задачу наступным чынам: знайсці колькасць партый апрацоўкі P , колькасць вырабаў у партыях $p = \overline{1, P}$ і расклад работы абсталявання, якія адпавядалі б нейкаму крытэрыю, напрыклад, кошту пралежвання дэталей.

Абазначым праз $Q = SI$. Неабходна ўвесці ў разгляд Q -мерны вектар F , вызначаемы наступным шляхам (табл. 3.1).

Табліца 3.1

Вектар даных

Вектар F	f_{11}	f_{12}	...	f_{1s}	f_{21}	f_{22}	...	S	...	f_{11}	f_{12}	...	f_{1s}
Нумар сутак S	1	2	...	S	1	2	...	S	...	1	2	...	S
Нумар групы абсталявання I	1				2				...	I			

Першыя па парадку S кампаненты вектара F ёсць фонды часу першай групы абсталявання ў 1, 2, ..., S суткі адрэзку планавання, другія па парадку S кампаненты – фонды часу другой групы абсталявання ў тых ж суткі і г. д.

Калі запісаць вектар F як $F(F_1, \dots, F_q, \dots, F_Q)$, то $F_q = f_{is}$ пры

$$q = (i - 1) S + s;$$

$$i = [(q-1) / s] + 1;$$

$$s = q - (i - 1)S; \quad S = q - [(q - 1) / s] s,$$

дзе $[(q - 1) / s]$ – цэлая частка ад $(q - 1) / s$.

Гэтыя роўнасці дазваляюць вылічваць $q(i, s)$, $i(q)$, $s(q)$.

Для кожнай партыі з нумарамі $p = \overline{1, P}$ увядзём вектар r_p , структура якога аналагічная структуры вектара F :

$$r_p(r_{1p}, \dots, r_{qp}, \dots, r_{Qp}).$$

Вектар r_p назавём элементарным раскладам апрацоўкі партыі p . Яго кампаненты вызначаюцца наступным чынам.

Калі дэталі партыі p прызначаны ў суткі для выканання аперацый j тэхналогіі маршрутызацыі $m(p)$ на групе абсталявання $i = i_j^{m(p)}$, то ў кампаненту r_{qp} вектара з парадкавым нумарам $q(i,s)$, заносяць час $t_j^{m(p)}$ апрацоўкі адной дэталі на гэтай аперацыі j . Усе астатнія кампаненты r_{qp} , такія, што ў суткі S на групе абсталявання i не апрацоўваюцца дэталі партыі p , лічацца роўнымі нулю.

Элементарны расклад з'яўляецца раскладам апрацоўкі адной дэталі (матэрыяла) партыі p . Расклад R_p для ўсёй партыі p атрымаем, перамножыўшы r_p на колькасць дэталаў у партыі X_p :

$$R_p = r_p x_p.$$

Кожная кампанента R_{qp} вектара раскладу R_p роўная часу апрацоўкі партыі p на групу абсталявання $i(q)$ у суткі $S(q)$

$$R_{qp} = r_{qp} x_p.$$

Агульны час выкарыстання групы абсталявання $i(p)$ за суткі $S(q)$ усімі партыямі p роўны

$$\sum_{p=1}^P R_{qp} = \sum_{p=1}^P r_{qp} x_p.$$

Гэтая велічыня не можа перавышаць фонд часу F_q групы абсталявання $i(q)$ у суткі $S(q)$:

$$\sum_{p=1}^P r_{qp} \leq F_q.$$

Вылічым кошт C_p пралежвання адной дэталі партыі p пры яе апрацоўцы па элементарным раскладзе.

Час пралежвання T_{sp} адной дэталі партыі p за суткі S вызначым наступным шляхам. Калі дэталі партыі апрацоўваліся на працягу сутак, то $T_{sp} = 0$. Калі не апрацоўваліся, то T_{sp} прымем роўным працягласці σ_s сутак S :

$$T_{sp} = \begin{cases} 0, & \text{калі } \sum_{q=1}^Q r_{qp} \neq 0, \\ \sigma_s, & \text{калі } \sum_{q=1}^Q r_{qp} = 0. \end{cases}$$

Магчыма, што апрацоўка дэталі партыі p пачынаецца па раскладзе r_p за суткі S_1 і завяршаецца S_2 , тады час пралежвання T_p адной дэталі

партыі p па раскладзе можна вызначыць як суму часу пралежвання па ўсіх сутках, на працягу якіх дэталі знаходзілася на апрацоўцы:

$$T_p = \sum_{S \in \mathcal{S}_1}^{S_p} T_{sp}.$$

Кошт пралежвання C_p адной дэталі партыі p пры яе апрацоўцы па раскладзе r_p роўны

$$C_p = \gamma^{m(p)} T_p.$$

А кошт пралежвання ўсіх дэталей партыі p пры яе апрацоўцы па раскладзе R_p будзе $C_p x_p$.

Такім чынам, кошт пралежвання ўсіх дэталей усіх партый будзе

$$\sum_{p=1}^P C_p x_p.$$

Абагульняючы прыведзеныя пераменныя, запішам вектары x і C размернасці p як

$$x = (x_1, \dots, x_p),$$

$$C = (c_1, \dots, c_p).$$

Вектары x , F і элементарныя расклады r_p будзем лічыць вектар-слупкамі. Увядзем матрыцу r размернасці $Q \times P$, слупкамі якой з'яўляюцца элементарныя расклады r_p і матрыцу B размернасці $M \times P$, элементы якой вызначаюцца наступным чынам:

$$b_{mp} = \begin{cases} 1, & \text{калі партыя } p \text{ складаецца з дэталяў віду } m, \\ 0, & \text{у супрацьлеглым выпадку.} \end{cases}$$

Тады кошт пралежвання ўсіх партый можна перапісаць у выглядзе

$$Cx, \tag{3.6}$$

а абмежаванні прымуць выгляд

$$Bx = D,$$

$$Sx \leq F. \tag{3.7}$$

У выніку маем задачу лінейнага праграмавання – мінімізаваць кошт пралежвання $Cx \rightarrow \min$ пры абмежаваннях (3.7).

У выніку рашэння гэтай задачы на ПЭВМ атрымаем расклад апрацоўкі дэталей на ўсіх апрацоўках.

3.2. Прызначэнне і тыпавыя функцыі

MES (manufacturing execution systems) – гэта «вытворчая выканаўчая сістэма». Міжнародная асацыяцыя MESA прапаноўвае наступнае азначэнне MES: «сістэма, што складаецца з набору праграмных і апаратных сродкаў, якія забяспечваюць функцыі кіравання вытворчай дзейнасцю: ад заказу на выраб партыі прадукцыі і да завяршэння вытворчасці».

У самым абагульненым разуменні MES-сістэма:

- ініцыіруе вытворчы працэс;
- сочыць за тым, як ён праходзіць у рэальным часе;
- рэагуе на зменлівую ў вытворчасці сітуацыю;
- складае справаздачы аб вытворчых працэсах па меры іх праходжання ў рэальным часе;
- абменьваецца інфармацыяй аб цэлавых працэсах з іншымі інжынернымі і бізнес-падраздзяленнямі прадпрыемства.

Асацыяцыя MESA вылучыла 11 асноўных функцый, якія вызначаюць месца MES-сістэм у аўтаматызаваным кіраванні прамысловым прадпрыемствам.

1. Кантроль стану і размеркаванне рэсурсаў (RAS). Гэта функцыя MES-сістэм забяспечвае кіраванне рэсурсамі вытворчасці (машынамі, інструментальнымі сродкамі, метадыкамі работ, матэрыяламі, абсталяваннем) і іншымі аб'ектамі, напрыклад, дакументамі аб парадку выканання кожнай вытворчай аперацыі. У рамках гэтай функцыі апісваецца дэталёвая гісторыя рэсурсаў і гарантуецца правільнасць наладкі абсталявання ў вытворчым працэсе, а таксама адсочваецца стан абсталявання ў рэжыме рэальнага часу.

2. Аператыўнае (дэталёвае) планаванне (ODS). Гэта функцыя забяспечвае аператыўнае і дэталёвае планаванне работы, заснаванае на прыярытэтах, атрыбутах, характарыстыках і ўласцівасцях пэўнага віду прадукцыі, а таксама дэталёва і аптымальна вылічвае загрузку абсталявання пры рабоце пэўнай змены.

3. Дыспетчарызацыя вытворчасці (DPU). Забяспечвае бягучы маніторынг і дыспетчарызацыю працэсу вытворчасці, адсочваючы выкананне аперацый, занятасць абсталявання і людзей, выкананне заказаў, аб'ёмаў, партый, і кантралюе ў рэальным часе выкананне работ у адпаведнасці з планам. У рэжыме рэальнага часу адсочваюцца ўсе змены, якія адбываюцца, і ўносяцца карэкціроўкі ў план цэха.

4. Кіраванне дакументамі (DOC). Кантралюе змест і праходжанне дакументаў, якія павінны суправаджаць выпускаемы выраб, уключаю-

чы інструкцыі і нарматывы работ, спосабы выканання, чарцяжы, працэдуры стандартных аперацый, праграмы апрацоўкі дэталей, запісы партый прадукцыі, паведамленні аб тэхнічных зменах, перадачу інфармацыі ад змены да змены, а таксама забяспечвае магчымасць весці планавую і справаздачную цэхавую дакументацыю. Прадугледжваецца архівавванне інфармацыі.

5. Збор і захоўванне даных (DCA). Гэта функцыя забяспечвае інфармацыйнае ўзаемадзеянне розных вытворчых падсістэм для атрымання, назапашвання і перадачы тэхналагічных і кіраўнічых даных, якія цыркулююць у вытворчым асяроддзі прадпрыемства. Даныя аб ходзе вытворчасці могуць уводзіцца як уручную персаналам, так і аўтаматычна з зададзенай перыядычнасцю з АСКТП або непасрэдна з вытворчых ліній.

6. Кіраванне персаналам (LM). Падае інфармацыю аб персанале з зададзенай перыядычнасцю, уключаючы справаздачы аб часе і прысутнасці на працоўным месцы, сачэнне за адпаведнасцю сертыфікацыі, а таксама магчымасць улічваць і кантраляваць асноўныя, дадатковыя і сумяшчальныя абавязкі персаналу, такія, як выкананне падрыхтоўчых аперацый, пашырэнне зоны работ.

7. Кіраванне якасцю прадукцыі (QM). Падае даныя вымярэнняў якасці прадукцыі, у тым ліку і ў рэжыме рэальнага часу, сабраныя з вытворчага ўзроўню, забяспечваючы належны кантроль якасці і завастраючы ўвагу на крытычных пунктах. Можа прапанаваць дзеянні па выпраўленні сітуацыі ў дадзеным пункце на аснове аналізу карэляцыйных залежнасцей і статыстычных даных прычынна-выніковых сувязей кантралюемых падзей.

8. Кіраванне вытворчымі працэсамі (PM). Адсочвае зададзены вытворчы працэс, а таксама аўтаматычна ўносіць карэкціроўку або прапаноўвае адпаведнае рашэнне аператару для выпраўлення або павышэння якасці бягучых работ.

9. Кіраванне вытворчымі фондамі (тэхабслугоўванне) (MM). Падтрымка працэсу тэхнічнага абслугоўвання, планавага і аператыўнага рамонту вытворчага і тэхналагічнага абсталявання і ўстройстваў на працягу ўсяго вытворчага працэсу.

10. Адсочванне гісторыі прадукту (PTG). Падае інфармацыю аб тым, дзе і ў якім парадку праводзілася работа з дадзенай прадукцыяй. Інфармацыя аб стане можа ўключаць у сябе: справаздачу аб персанале, які працуе з гэтым відам прадукцыі, кампаненты прадукцыі, матэрыялы ад пастаўшчыка, партыю, серыйны нумар, бягучыя ўмовы вытворчасці, неадпаведнасці ўсталяваным нормам, індывідуальны тэхналагічны пашпарт вырабу.

11. Аналіз прадукцыйнасці (РА). Падае справаздачи аб рэальных выніках вытворчых аперацый, а таксама параўноўвае з папярэднімі і чаканымі вынікамі. Прадстаўленыя справаздачи могуць уключаць у сябе такія вымярэнні, як выкарыстанне рэсурсаў, наяўнасць рэсурсаў, час цыклу вытворчага рэсурса, адпаведнасць плану, стандартам і інш.

У дадзеным спісе няма функцыі кіравання ланцужкамі паставак SCM (Supply Chain Management), якая з’яўляецца галоўнай у APS-сістэмах. Нягледзячы на ўяўную разнастайнасць функцый MES, усе яны маюць аператыўны характар і рэгламентуюць адпаведныя патрабаванні не да прадпрыемства ў цэлым, а да той яго адзінкі (цэха, участка, падраздзялення), для якой вядзецца планаванне работ.

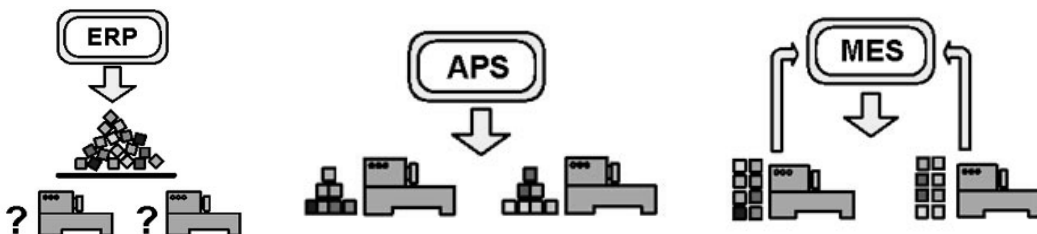
Пры гэтым трэба таксама разумець, што такія функцыі, як кіраванне дакументамі, персаналам, – гэта кіраванне цэлавымі дакументамі (заказамі, справаздачнымі ведамасцямі і інш.) і персаналам цэха. Асноўнымі функцыямі MES-сістэм з пералічаных вышэй з’яўляюцца:

- аператыўна-каляндарнае планаванне (дэтальнае планаванне);
- дыспетчэрызацыя вытворчых працэсаў у цэху.

Менавіта гэтыя дзве функцыі вызначаюць MES-сістэму як сістэму аператыўнага характару, накіраваную на фарміраванне раскладаў работ абсталявання і аператыўнае кіраванне вытворчымі працэсамі ў цэху.

3.3. Аператыўна-каляндарнае (дэтальнае) планаванне

MES-сістэма атрымлівае аб’ём работ, які альбо прадстаўлены ERP на этапе аб’ёмна-каляндарнага планавання, альбо выдаецца APS-сістэмай у выглядзе дапушчальнага для прадпрыемства план-графіка работы цэха, і ў наступным сама не толькі будзе больш дакладныя расклады для абсталявання, але і ў аператыўным рэжыме адсочвае іх выкананне. Адрозненні ў функцыях планавання ERP, APS і MES-сістэм прадстаўлены на мал. 3.12.



Мал. 3.12. Адрозненні ў функцыях планавання ERP, APS і MES-сістэм

Мэта планавання MES-сістэмы – не толькі выканаць зададзены аб’ём з паказанымі тэрмінамі выканання тых або іншых заказаў, але выканаць як мага лепш з пункту гледжання эканамічных паказчыкаў цэха.

APS-сістэмы фарміруюць нейкія зыходныя расклады работы першай ступені набліжэння яшчэ да пачатку рэалізацыі вытворчых планаў. Пры гэтым з прычыны вялікай размернасці задачы не ўлічваюцца шматлікія тэхналагічныя і арганізацыйныя фактары. MES-сістэма ўжо на этапе выканання, атрымліваючы такі папярэдні план, аптымізуе яго па шэрагу крытэрыяў.

Пры гэтым пасля аптымізацыі і пабудовы новага план-графіка работы цэха, вельмі часта за кошт ушчыльнення работы абсталявання, адшукваюцца дадатковыя рэзервы, з’яўляецца магчымасць у рамках планаванага перыяду выканаць дадатковыя заказы. Тым самым дасягаецца эфект павелічэння прапускной здольнасці вытворчых структур.

У адрозненне ад APS-сістэм, MES-сістэмы аперыруюць малодшымі размернасцямі прызначэння – да 200 станкоў і 10 000 аперацый на гарызонце планавання, якое звычайна складае не больш за тры-дзесяць змен. Памяншэнне размернасці звязана з тым, што ў MES ўлічваецца значна большая колькасць абмежаванняў тэхналагічнага характару.

Яшчэ адным адрозненнем з’яўляецца тое, што MES-сістэмы звычайна аперыруюць не адным або двума крытэрыямі пабудовы раскладу, а часта некалькімі дзясяткамі, што дае магчымасць дыспетчару цэха будаваць расклад з улікам розных вытворчых сітуацый. І толькі MES-сістэмы аперыруюць так званымі вектарнымі, інтэгральнымі крытэрыямі пабудовы раскладаў, калі ў адзін крытэрыі збіраюцца некалькі прыватных крытэрыяў.

Пры гэтым дыспетчар, які складае расклад, можа паказаць, што ён жадае бачыць у пэўным раскладзе: памяншэнне каляндарнай працягласці выканання ўсяго задання, памяншэнне працягласці аперацый пераналадак, вызваленне станкоў, якія маюць невялікую загрузку і г. д. Аператыўнасць складання і пераліку раскладу з’яўляецца таксама прэрагатывай MES, паколькі пералік можа весціся з дыскрэтаі у адну хвіліну. Гэта не азначае, вядома ж, што кожную хвіліну рабочаму будуць выдавацца новыя заданні, але гэта азначае, што ўсе працэсы ў цэху кантралююцца ў рэжыме рэальнага часу, і гэта дазваляе загадзя прадбачыць усе магчымыя парушэнні раскладаў і своєчасова прыняць адпаведныя меры.

Алгарытмы MES-сістэм, хоць і грунтуюцца ў большасці выпадкаў на эўрыстыцы, але, як правіла, значна больш складаныя і «разумнейшыя» за

алгарытмы APS. Спачатку алгарытм MES знаходзіць дапушчальнае рашэнне з улікам усіх абмежаванняў і абранага крытэрыю (спецыяльнага або інтэгральнага). Далей на этапе аптымізацыі адбываецца пошук лепшага раскладу.

Вядома, атрыманы расклад таксама не з'яўляецца аптымальным у поўным сэнсе слова, паколькі пошук оптымумаў у такіх задачах заўсёды суправаджаецца значнымі часавымі расходамі (MES-сістэмы будуць расклады за 0,1–5 хвіл на сучаснай тэхніцы), але атрыманыя пры гэтым расклады, як правіла, ужо нашмат бліжэй да оптымуму, чым расклады, пабудаваныя APS-сістэмамі.

У шэрагу выпадкаў MES-сістэмы могуць складаць расклады не толькі для станкоў, але таксама для транспартных сродкаў, брыгад наладчыкаў і інш.

Важнай уласцівасцю MES-сістэм з'яўляецца выкананне раскладаў. Убудаваныя ў контур планавання ERP, APS-сістэмы складаюць вытворчыя расклады толькі ў выпадку занясення ў партфель заказаў новых вырабаў або работ; карэктываць іх у рэжыме рэальнага часу вельмі складана, што прыводзіць да сур'ёзных праблем выкарыстання APS-сістэм у дробнасэрыйнай вытворчасці. MES-сістэмы ў такіх выпадках працуюць больш гнутка і аператыўна, пералічваючы і карэктывуючы расклады пры любых адхіленнях вытворчых працэсаў, што павышае гнуткасць і дынамічнасць вытворчасці. Калі расклады APS-сістэмы больш падыходзяць для вытворчасцей з буйнасэрырным характарам выпуску прадукцыі, дзе рэзкіх адхіленняў ад вытворчай праграмы, як правіла, не бывае (устойлівы характар вытворчасці), то MES-сістэмы з'яўляюцца незаменнымі ў дробнасэрыйнай і пазаказнай вытворчасці.

Пры гэтым, калі для APS-сістэм цэх з вялікім аб'ёмам тэхналагічнай і аператыўнай інфармацыі з'яўляецца ў нейкай меры «чорнай скрыняй», то MES-сістэмы пры выкананні заданняў абапіраюцца на прынцып разліку і карэкцыі вытворчых раскладаў па фактычным стане вытворчасці. Гэтыя сістэмы дастаткова чуйна рэагуюць на адхіленні ў часе выканання тэхналагічных аперацый, на неспадзяваны выхад са строю абсталявання, на з'яўленне браку падчас апрацовак вырабаў і іншыя разладкі ўнутранага характару.

У адрозненне ад сістэм класаў ERP і APS, MES-сістэмы з'яўляюцца прадметна-арыентаванымі: для хімічнай тэхналогіі, дрэваапрацоўкі, паліграфіі і г. д. Таму яны максімальна поўна адлюстроўваюць асаблівасці тэхналогіі пэўных вытворчых працэсаў і часта ўключаюць у сябе развітыя сродкі падтрымкі тэхналагічнай падрыхтоўкі таго або іншага тыпу вытворчасці.

3.4. Дыспетчарызацыя вытворчых працэсаў у цэху

Любы план толькі тады можа называцца планам, калі ён выконваецца ў рэальнай сітуацыі. Асновай MES ці дыскрэтнай вытворчасці з'яўляюцца два модулі – ODS (аператыўнае (дэталёвае) планаванне) і DPU (дыспетчарызацыя вытворчасці).

Дакладнасць часу нараджаецца ў дэталях: калі кожная запланаваная работа будзе выканана ў тэрмін, то і ўвесь план работы вялікага прадпрыемства таксама будзе здзяйсняльны. Але навошта патрэбна такая хвілінная або секундная дакладнасць раскладу, калі маса суб'ектыўных фактараў на асобных працоўных месцах можа звесці на нішто вынікі любога разліку?

Без зваротнай сувязі, без контуру дыспетчарызацыі ні адзін расклад, як бы дакладна ён ні быў пабудаваны, невыканальны. Модулі ODS і DPU – гэта аснова дакладнасці выканання ўсіх запланаваных працэсаў. Калі выключыць модуль ODS, то немагчыма будзе зразумець, што трэба вырабляць у той або іншы момант часу, а калі выключыць модуль DPU, то стане ясна, што ODS бескарысная сама па сабе ўжо пасля першага незапланаванага прыпынку станка. Таму ў MES-сістэмах модулі ODS і DPU арганічна складзены паміж сабой і ўяўляюць адзіную сістэму выканання задуманага.

У MES-сістэмах функцыя DPU рэалізавана ў выглядзе спецыяльнага модуля дыспетчарызацыі, з якім працуе дыспетчар. Задачай дыспетчара з'яўляецца фіксацыя ўсіх падзей у вытворчай сістэме: момантаў рэальнага заканчэння апрацоўкі партый дэталеў, адмоў абсталявання па розных прычынах, любых папярэджанняў і запазненняў тых або іншых працэсаў і г. д. (мал. 3.13.).

Усе гэтыя падзеі ўводзяцца дыспетчарам звычайна ўручную, па меры паступлення да яго новай інфармацыі аб стане вытворчых працэсаў у цэху.

Далей MES-сістэма з вызначаным інтэрвалам часу аўтаматычна аналізуе інфармацыю, атрыманую з дыспетчарскіх тэрміналаў, і калі фактычны стан спраў істотна разыходзіцца з планавым заданнем (змяняюцца моманты заканчэння апрацоўкі партый дэталеў), то дыспетчар апавяшчаецца сістэмай аб наяўнасці дадзеных разыходжанняў.

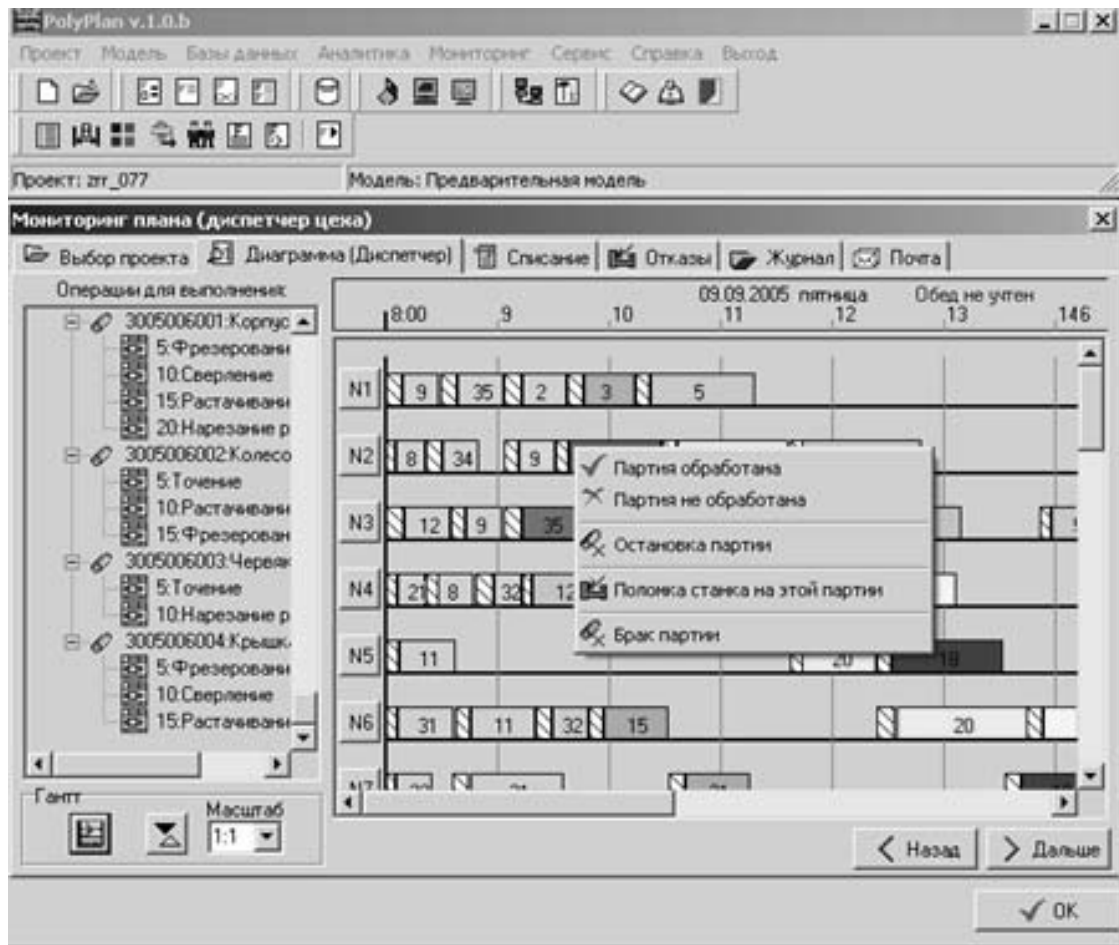
Пры гэтым дыспетчару прапаноўваюцца варыянты такіх рашэнняў:

– часовы зрух момантаў заканчэнняў некаторых работ з наступнай абвесткай;

– пералік раскладаў (пры істотных разыходжаннях плана з фактам);

– прыпыненне работ тых або іншых працоўных цэнтраў (ПЦ);

– змена прыярытэтаў запуску тых або іншых партый дэталеў і г. д.



Мал. 3.13. Контур дыспетчарызацыі MES-сістэмы PolyPlan

Пасля прыняцця рашэння дыспетчарам, а гэта часцей за ўсё альбо часовы зрух работ, альбо пералік раскладу, адкарэкціраваны расклад зноў уступае ў работу з абавязковым апавяшчэннем на тыя ПЦ, якія былі закрануты карэктывамі.

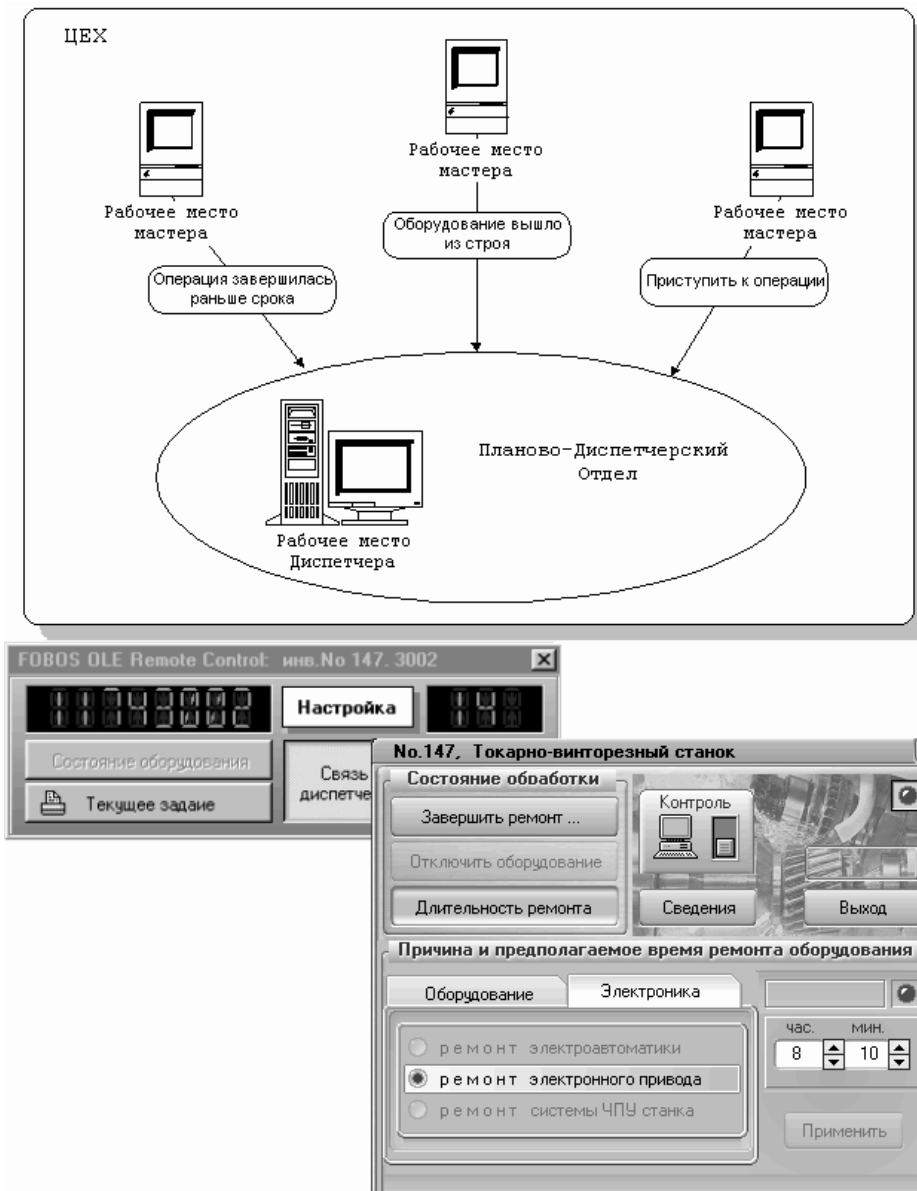
Якая аператыўнасць занясення інфармацыі па ходзе тэхналагічных працэсаў, хто і як будзе апавяшчаць дыспетчара аб усіх падзеях, якое абсталяванне для гэтага трэба?

Аператыўнасць занясення інфармацыі – «як толькі». Як толькі яна з’явілася ў дыспетчара, ён абавязаны яе занесці. Страта двух-трох і больш хвілін пры перадачы інфармацыі з ПЦ дыспетчару асаблівага значэння не мае, паколькі працэс дыспетчарызацыі бесперапынны, і калі ў нейкі момант часу «знікла» некалькі хвілін, яны абавязкова выяўяцца ў наступны момант часу.

MES-сістэмы, як правіла, праз кожныя пяць хвілін аўтаматычна сканіруюць уваходную інфармацыю аб стане матэрыяльных патокаў і станочнай сістэмы. Але гэта не азначае, што кожныя пяць хвілін

план будзе пераглядацца, паколькі карэкцыі падлягае толькі істотнае разыходжанне плана з яго фактычным выкананнем, што пры нармальным праходжанні працэсаў малаверагодна.

Працэдура апавяшчэння дыспетчара аб падзеях можа быць рэалізавана рознымі спосабамі: абыходам ПЦ, паведамленнямі ад працоўных даных ПЦ або кантралёраў, якія прынялі партыю апрацаваных дэталей, як вусна, так і з дапамогай сродкаў аўтаматызацыі (пачынаючы ад паведамленняў па лакальнай сетцы і заканчваючы звычайнай «кнопкавай» сігналацыяй) аж да АРМ майстра (мал. 3.14). Галоўнае – своечасова перадаць інфармацыю і апавясціць дыспетчара.



Мал. 3.14. АРМ майстра MES-сістэмы

Кантрольныя пытанні

1. На чым грунтуецца сістэмны аналіз і класіфікацыя шматасартыментных хімічных вытворчасцей?
2. У чым сутнасць ужывання фрэймаў тэхналагічных працэсаў?
3. Растлумачце, як працуе алгарытм вызначэння аб'ёму запуску і апрацоўкі дэталей (прадуктаў)?
4. У чым сутнасць выкарыстання MES-сістэм?
5. Пералічыце асноўныя функцыі MES-сістэм.
6. Пакажыце асноўныя адрозненні ў функцыях планавання ERP, APS- і MES-сістэм.
7. Растлумачце прызначэнне аператыўна-каляндарнага планавання.
8. На якіх прынцыпах заснавана дыспетчарызацыя вытворчых працэсаў у цэху?

4. SCADA-СІСТЭМЫ

4.1. Прызначэнне і функцыі

SCADA-сістэмы (Supervisory Control and Data Acquisition – збор даных і дыспетчарскае кіраванне) прызначаны для адлюстравання (візуалізацыі) даных у вытворчым працэсе і аператыўнага комплекснага кіравання рознымі апаратамі, у тым ліку і з удзелам дыспетчарскага персанала.

Набор функцый SCADA-сістэм зводзіцца да наступнага:

а) адлюстраванне аб'ектаў і анімацыя:

– стварэнне экранных (мультиэкранных) формаў адлюстравання тэхналагічнай схемы працэсу ў нагляднай і звыклай для аператара форме (мнемасхемы);

– адлюстраванне дынамічна зменных параметраў працэсу (з дапамогай стварэння малюнкаў стрэлачных, лічбавых або іншага выгляду індыхатараў);

– стварэнне малюнкаў органаў кіравання розных тыпаў (пунктаў, пераключальнікаў, паўзунковых або паваротных рэгулятараў і інш.) і забеспячэнне магчымасці кіравання імі падчас работ;

б) апрацоўка асабістых станаў («трывогі і падзеі»):

– фіксацыя аварыйных сітуацый, якія ўзнікаюць у тэхналагічным працэсе і забеспячэнне магчымасці інфарміравання аператара пра іх;

– пратакаліраванне інфармацыі аб ходзе тэхналагічнага працэсу і ўзнікаючых пры гэтым падзеях з магчымасцю яе адлюстравання па жаданні аператара за зададзены перыяд часу (трэнды);

в) рэалізацыя алгарытмаў кіравання (уключаючы матэматычныя і лагічныя вылічэнні);

г) забеспячэнне сувязі з кантролерамі ніжняга ўзроўню (праз якую-небудзь прамысловую або іншую сетку), а таксама забеспячэнне выхаду на верхні ўзровень кіравання;

д) забеспячэнне надзейнасці аўтаматыкі ніжняга ўзроўню:

– правядзенне дыягнастычных працэдур, іх пратакаліраванне і аўтаматычнае паведамленне пра іх аператару;

– забеспячэнне «гарачага» рэзервавання, аўтаматычны пераход (у тым ліку і запісы трэндаў) на рэзервае і назад, на адноўленае абсталяванне.

4.2. Крытэрыі выбару SCADA-сістэмы

4.2.1. Агульныя падыходы

Пры ацэнцы магчымасці выкарыстання SCADA-сістэмы ў рамках АСКТП трэба ўлічваць:

- аб'ём даных (прадукцыйнасць, падтрымка стандартных сеткавых пратаколаў і фарматаў даных);
- зручнасць у рабоце (стандартызацыя інтэрфейса карыстальніка, наяўнасць і зручнасць мовы апісання даных і працэсаў);
- апісанне пакета і эксплуатацыйных інструкцый на рускай мове;
- узровень тэхнічнай падтрымкі (з улікам даступнасці);
- надзейнасць (адсутнасць рэкламацый);
- колькасць устаноў за мяжой і ў СНД (асабліва выкарыстанне ў прамысловых АСК);
- кошт праграмага прадукту.

З ростам магутнасці камп'ютэраў SCADA-сістэмы становяцца найбольш маштабнымі, яны могуць падтрымліваць ад некалькіх дзясяткаў да соцен тысяч уваходаў/выхадаў, а таксама кіраваць складанымі вытворчасцямі ў цэлым.

Сёння на рынку СНД найболей распаўсюджанымі з'яўляюцца наступныя SCADA-сістэмы:

1. In Touch (Wonderware, ЗША);
2. iFix (Intellution, ЗША);
3. Genesis (Iconics Co, ЗША);
4. Citect (CI Technology, Аўстралія);
5. Factory Link (United States Data Co, ЗША);
6. RealFlex (BJ SoftWare System, ЗША);
7. Sitex (Jade SoftWare, Вялікабрытанія);
8. WinCC (Siemens, Германія);
9. Trace Mode (AdAstrA, Расія);
10. RTWin (SWD Real Time System, Расія).

Пры разнастайнасці SCADA-сістэм узнікае праблема выбару адной з іх. Крытэрыі адзнакі з пазіцыі карыстальніка дзеляць на тры групы паказчыкаў: эксплуатацыйныя, эканамічныя і тэхнічныя характарыстыкі.

4.2.2. Эксплуатацыйныя паказчыкі

Эксплуатацыйныя паказчыкі характарызуюць хуткасць засваення прадукту і распрацоўкі прыкладных сістэм (што ў выніку адлюстроўваецца на кошце састаўных сістэмы кіравання):

– якась дакументацыі SCADA-сістэмы: паўната, выразнасць і нагляднасць апісання першасных дакументаў; русіфікацыя і яе якасьць (экраны, падказкі, даведачная сістэма, разнастайныя пазначэнні і г. д.);

– даступнасць дыялогу: нагляднае адлюстраванне неабходнай інфармацыі на экране, зручнасць выкарыстання даведачнай сістэмы, інфарматыўнасць апэратыўных падказак і г. д.;

– узровень суправаджэння сістэмы пры яе эксплуатацыі: магчымасць знясення змен у банк даных, карэкцыі экранаў без прыпынення сістэмы, паўната сродкаў дыягностыкі сістэмы пры збоях і адмовах, магчымасць нарошчвання разнастайных функцый сістэмы, працаёмкасць пры ўсталёўцы сістэмы і г. д. Сюды можна аднесці і дастаўку неабходнай інфармацыі на верхні ўзровень кіравання;

– наяўнасць і якасьць падтрымкі SCADA-сістэмы: паслугі арганізацыі-распрацоўніка, абслугоўванне (у т. л. кансультацыі, якія неабходна праводзіць не толькі з праграмамі-распрацоўнікамі на месцы стварэння сістэмы, але часам на месцы ўкаранення на аб'екце), навучанне спецыялістаў, умовы абнаўлення версій.

4.2.3. Эканамічныя паказчыкі

Эканамічныя паказчыкі выяўляюцца ў кошыце наступных складнікаў:

- апаратнай платформы;
- сістэмы (сродкі распрацоўкі і асяроддзе выканання);
- распрацоўкі сістэмы;
- засваення сістэмы (навучанне карыстальнікаў);
- суправаджэння (кансультацыі, змены версій прадукта, інш. паслугі);
- акупляльнасці.

Кошт SCADA-сістэмы залежыць, у першую чаргу, ад кошту сістэмы і колькасці выкарыстоўваемых тэгаў (зменных). Пры гэтым механізм вызначэння кошту розны: у In Touch залежыць ад колькасці зменных, выкарыстоўваемых у распрацаванай прыкладнай праграме; у Simplicity вызначаецца колькасцю каналаў уводу/вываду, якія павінна падтрымліваць сістэма; Factory Link мае высокі базавы кошт, але няма абмежаванняў па колькасці каналаў.

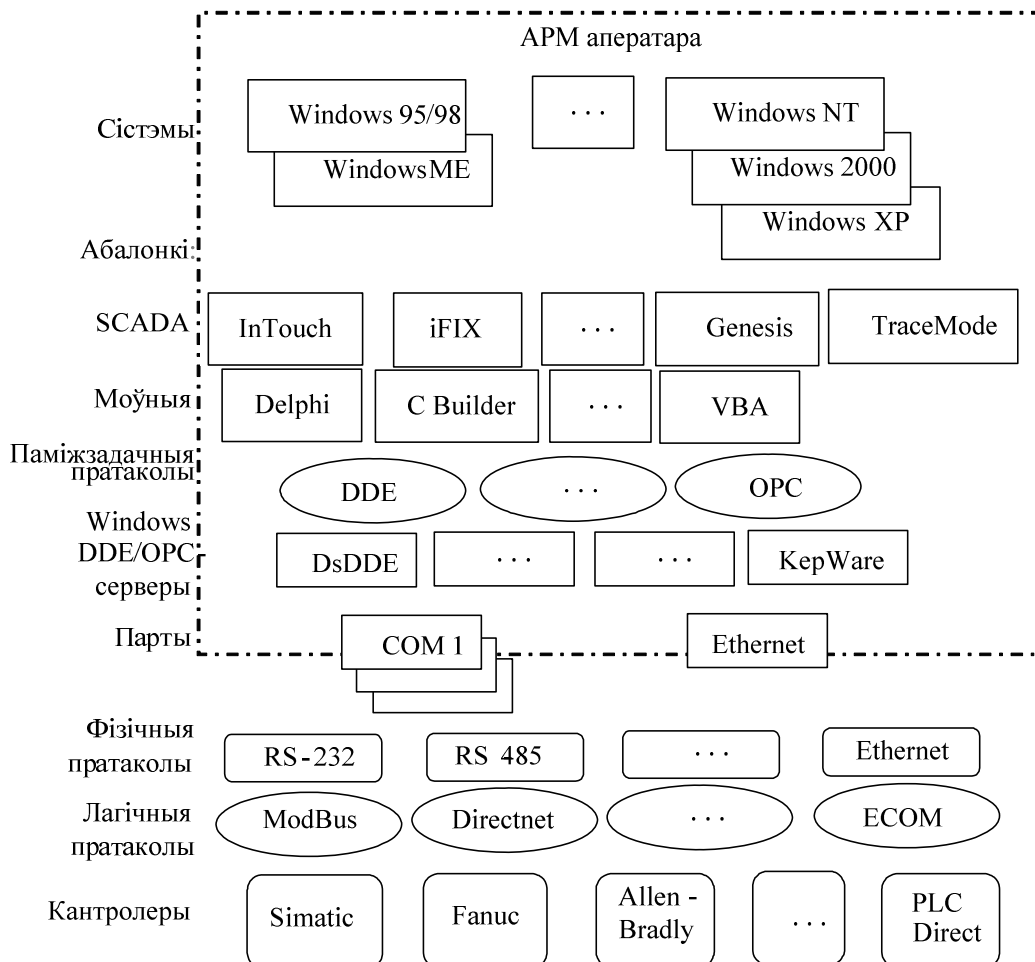
Пры ацэнцы кошту ўлічваюцца мінімальныя рэсурсы камп'ютэра, неабходныя для яго ўстаноўкі; у некаторых сістэмах, напрыклад, у WinCC, лік дапушчальных зменных прапарцыянальна залежыць ад аб'ёму даступнага АЗП.

4.2.4. Тэхнічныя паказчыкі

Тэхнічныя паказчыкі – праграмна-апаратныя платформы, на якіх рэалізуецца SCADA-сістэма. Для выбару камп’ютэра неабходна ведаць яго платформу (распрацаваная ў адным аперацыйным асяроддзі прыкладная праграма можа быць выканана ў любой іншай, якую падтрымлівае абраны SCADA-пакет), аперацыйную сістэму, частату працэсара, патрабуемыя аб’ёмы аператыўнай і дыскавай памяці. Да таго ж трэба ведаць інфармацыйную магутнасць асобнай станцыі – максімальны лік уводу/вываду, хуткасць уводу/вываду, маштабнасць сістэмы і г. д.

Сучасныя сістэмы SCADA працуюць у рамках існуючых аперацыйных сістэм (у асноўным, розных версій MS Windows) і выкарыстоўваюць для сувязі з ніжнім узроўнем стандартныя пратаколы MS Windows (DDE і OPC).

Месца SCADA-сістэм у праграмным забеспячэнні аўтаматызаванага рабочага месца (APM) схематычна паказана на мал. 4.1.



Мал. 4.1. Праграмнае забеспячэнне APM

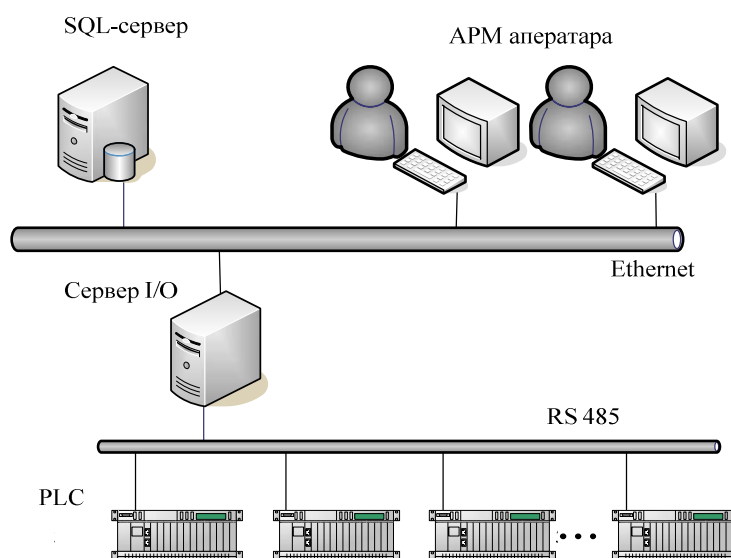
Раней аснову праграмайнай платформы складала АС РВ QNX. Цяпер большасць SCADA-сістэм рэалізавана на платформе MS Windows. Такія сістэмы прапаноўваюць найболей поўныя і лёгка нарошчаныя чалавека-машынныя інтэрфейсныя сродкі.

Разгледзім патрабаванні да камп'ютэра з боку SCADA-сістэм. Яны могуць быць, напрыклад, наступныя: Pentium 2/3 з частатой 300–800 Мгц, АЗП 64/128 Мбайт і вольнай дыскавай прасторай 300–600Мбайт. Для іFіх патрабуецца большы аб'ём АЗП – 96/128 Мбайт. Для сістэм, разлічаных на большую колькасць пунктаў уводу/вываду, можа патрабавацца больш «сур'ёзная» канфігурацыя.

Сродкі сеткавай падтрымкі. Сучасныя сістэмы аўтаматызацыі вызначаюцца высокай ступенню інтэграцыі: у іх могуць быць задзейнічаны выканаўчыя механізмы, апаратура, якая рэгіструе і апрацоўвае інфармацыю, працоўныя месцы аперацараў, серверы баз даных і нават самастойныя аб'екты кіравання.

Для эфектыўнага функцыянавання ў гэтым разнастайным асяроддзі SCADA-сістэма павінна забяспечваць высокі ўзровень сеткавага сервісу. Пажадана, каб яна падтрымлівала работу ў стандартных сеткавых асяроддзях (Arcnet, Ethernet і інш.) з выкарыстаннем стандартных пратаколаў (Netbios, TCP/IP і інш.), а таксама забяспечвала падтрымку найбольш папулярных сеткавых стандартаў з класа прамысловых інтэрфейсаў (Profibus, Canbus, LON, Modbus і інш.) (мал. 4.2.).

Гэтым патрабаванням у той або іншай ступені адпавядаюць практычна ўсе «папулярныя» SCADA-сістэмы, але набор падтрымліваемых сеткавых інтэрфейсаў розны.



Мал. 4.2. Сеткавае злучэнне абсталявання ў SCADA

Падтрымліваючыя базы даных. Для функцыянавання баз даных (збор, апэратыўны аналіз, захоўванне, сцісканне, перасылка і г. д.) выкарыстоўваюць ANSI SQL сінтаксіс, які з'яўляецца незалежным ад тыпу базы. Такім чынам, дадаткі віртуальна ізаляваныя, што дазваляе змяняць базу даных без сур'ёзных змен самой прыкладной задачы, ствараць незалежныя праграмы для аналізу інфармацыі.

Убудаваныя камандныя мовы. Большасць SCADA-сістэм мае ўбудаваныя мовы праграмавання высокага ўзроўню (напрыклад VBA), якія дазваляюць распрацоўваць складаныя прыкладанні, генэрыраваць адэкватную рэакцыю на розныя падзеі, напрыклад, змену значэння пераменнай, выкананне некаторай лагічнай умовы, націск камбінацый клавіш і г. д.

Адкрытасць сістэм. Праграмная сістэма з'яўляецца адкрытай, калі для яе вызначаны і апісаны выкарыстаныя фарматы даных і працэдурны інтэрфейс, што дазваляе адаптаваць пакет пад пэўныя патрэбы з мінімальнымі расходамі. Адкрытай сістэме даступны спецыфікацыі сістэмных выклікаў (у сэнсе SCADA-сістэмы), якія рэалізуюць вызначаны сістэмны сервіс (доступ да графічных функцый, функцый работы з базамі даных і інш.).

OPC. У SCADA-сістэмах асноўным механізмам сувязі з навакольным светам раней быў стандартны механізм DDE (Dynamic Data Exchange) з абменам па ўнутраным пратаколе (вядомым толькі фірме-распрацоўніку). Кампанія Microsoft замест механізму DDE прапанавала больш эфектыўны і, галоўнае, надзейны сродак перадачы даных паміж працэсамі – механізм OLE (Object Linking and Embedding (уключэнне і ўбудаванне аб'ектаў)). Механізм OLE падтрымліваецца ў RS View, iFix, In Touch, Factory Link і інш. На базе OLE з'явіўся ўжо новы стандарт OPC (OLE for Process OLE), арыентаваны на рынак сістэм кіравання ў прамысловасці.

Адсутнасць падтрымкі цвёрдага рэальнага часу для Windows (NT/2000/XP) – адзін з істотных недахопаў SCADA-сістэм на платформах Windows 3.xx/95 у параўнанні са SCADA-сістэмамі на платформах AC PB. Выхад у свет Windows NT/2000/XP стымуляваў распрацоўку новых падыходаў у падтрымцы цвёрдага рэальнага часу. Тым не менш, Windows NT/2000/XP мае шэраг абмежаванняў. А менавіта: перавага апаратнага перапынення перад праграмным (нават калі гэта просты рух мышы), пры апрацоўцы апаратных перапыненняў выкананне толькі неабходных дзеянняў з наступнай апрацоўкай праз чаргу адкладзеных працэдур, адсутнасць прыярытэтнай апрацоўкі працэсаў у чарзе адкладзеных працэдур. Усё гэта не дазваляе аднесці Windows NT/2000/XP да катэгорыі класічных апэратыўных сістэм (AC) рэальнага часу.

4.3. Элементы SCADA-сістэм

Грунтуючыся на характэрных магчымасцях SCADA-сістэм (у прыватнасці iFIX), адзначым наступную паслядоўнасць стварэння SCADA-сістэмы тэхналагічнага працэсу:

1) вызначэнне настроек пэўнага вузла карыстальніка (размяшчэнне файлаў пакета SCADA, арганізацыя дзеянняў у выпадку трывог, стварэнне базы даных для гэтага вузла);

2) праектаванне экранных форм працэсу (мнемасхемы) з малюнкам тых апаратаў, трубаправодаў, помпаў, рухавікоў, клапанаў і інш. элементаў, адлюстраванне стану якіх важнае для аператара, які сочыць за ходам працэсу;

3) стварэнне базы даных працэсу, якая змяшчае тып, апісанне, дыяпазон змен, межы «трывог» тэхналагічных параметраў працэсу (тэмпература, ціск, узровень і г. д.);

4) на падставе створанай базы даных наданне статычным аб'ектам дынамічных уласцівасцей – анімацыя аб'ектаў;

5) дабаўленне кіраўнікоў аб'ектаў (кнопак, пераключальнікаў), якія разумеюць выкананне сістэмай якіх-небудзь дзеянняў у адказ на націск кнопкі, змены становішча пераключальніка і г. д.;

6) апрацоўка асобых станаў («трывогі і падзеі»),

7) пратакаліраванне інфармацыі аб ходзе тэхналагічнага працэсу (падзеі і трэнды).

4.3.1. Экранныя формы (мнемасхемы) аб'ектаў і органаў кіравання (статыка і анімацыя)

Электронная форма (мнемасхема) уяўляе сабой наглядны графічны малюнак функцыянальнай схемы аб'екта кіравання. Яна спрашчае аператару запамінанне ходу тэхналагічнага працэсу і прызначэнне розных прыбораў і органаў кіравання, а таксама спосабаў дзеяння пры розных рэжымах работы аб'екта.

Мнемасхемы эфектыўна выкарыстоўваюцца ў выпадках, калі:

– аб'ект кіравання мае складаную тэхналагічную схему і вялікую колькасць параметраў кантролю;

– тэхналагічная схема аб'екта можа аператыўна змяняцца падчас работы.

Зыходзячы з вышэйсказанага, усе SCADA-сістэмы маюць у сваім складзе магутныя і гнуткія сродкі, якія дазваляюць карыстальніку эфектыўна ствараць экранныя формы (мнемасхемы) з мінімальнымі

расходами работы і часу. У склад сістэм уваходзяць як наборы графічных прымітываў для малявання (для стварэння ўнікальных уласных аб'ектаў), так і наборы (бібліятэкі) графічных аб'ектаў. Наборы графічных аб'ектаў для паўторнага выкарыстання могуць быць пашыраны карыстальнікам.

Спачатку ажыццяўляецца фарміраванне статычнага малюнка рабочага акна. Гэта могуць быць фон, загалоўкі, мнемасхема тэхналагічнага працэсу. Часта для стварэння статычнага малюнка выкарыстоўваюцца знешнія графічныя рэдактары (MS PaintBrush, Paint, CorelDraw і г. д.), а гатовы малюнак затым імпартаецца ў пакет SCADA.

Акрамя таго, як правіла, усе пакеты SCADA маюць уласныя графічныя сістэмы (сродкі малявання), якія дазваляюць як ствараць статычныя малюнкi (аб'екты), так і «ажыўляць» (аніміраваць) гэтыя аб'екты (ствараць дынамічныя аб'екты). Асновай такіх графічных сістэм з'яўляецца набор графічных прымітываў: ліній, прамавугольнікаў, эліпсаў, кругоў, ломаных ліній, тэксту і сродкаў для іх кампаноўкі.

Акрамя таго, усе SCADA-сістэмы маюць бібліятэкі гатовых аб'ектаў. Аб'ектамі ў бібліятэках з'яўляюцца як малюнкi саміх тэхналагічных аб'ектаў (рэзервуары, засаўкі, механізмы, машыны і інш.), так і розныя табло, паказальнікі, паўзункі, кнопкі, пераключальнікі, якія служаць для адлюстравання параметраў працэсу і для кіравання працэсам.

Наступным крокам пабудовы дынамічнай экраннай формы з'яўляецца анімацыя пабудаваных (або абраных з бібліятэк) аб'ектаў. Пад анімацыяй разумеецца здольнасць аб'ектаў змяняць свае ўласцівасці пры змене параметраў тэхналагічнага працэсу. Зменнымі ўласцівасцямі з'яўляюцца таўшчыня, колер і стыль лініі, колер і стыль заліўкі (калі гэта фігура з запаўненнем), а таксама памеры, становішча і арыентацыя аб'ектаў. Прадугледжваецца таксама непасрэдны ўвод параметраў (лічбамі і тэкстам, паўзунковымі ўстройствамі) і кіраванне працэсам з дапамогай кнопак і пераключальнікаў (пуск/спыненне, уключэнне/выключэнне, выклік акна і інш.).

Хоць розныя SCADA-сістэмы маюць розныя магчымасці анімацыі, асноўны набор для ўсіх практычна супадае. Выгляд статычных і дынамічных экранных формаў SCADA-сістэм прадстаўлены на мал. 4.3.

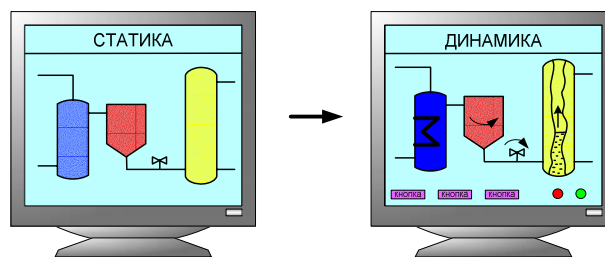
У аснову пабудовы мнемасхем пакладзены шэраг прынцыпаў, выпрацаваных падчас шматгадовай практыкі іх выкарыстання:

– прынцып лаканічнасці – мнемасхема павінна быць простаай, не павінна ўтрымліваць лішніх, зацямяльных элементаў, а інфармацыя, якая адлюстроўваецца, павінна быць выразнай, пэўнай і кароткай, зручнай для ўспрымання і наступнай перапрацоўкі;

– прынцып абагульнення і ўніфікацыі – трэба вылучаць і выкарыстоўваць найболей істотныя асаблівасці аб'ектаў кіравання, г. зн. на мнемасхеме не варта ўжываць элементы, якія пазначаюць неістотныя канструктыўныя асаблівасці сістэмы, а знакі падобных аб'ектаў і працэсаў неабходна па магчымасці аб'ядноўваць і ўніфікаваць;

– прынцып акцэнта на элементах кантролю і кіравання – на мнемасхемах у першую чаргу вылучаюцца памерамі (формай або колерам) элементы, найболей істотныя для ацэнкі стану, прыняцця рашэння і ўздзеяння на аб'ект кіравання;

– прынцып аўтаномнасці – неабходнасць адасаблення адзін ад аднаго ўчасткаў мнемасхемы, якія адпавядаюць аўтаномна кантралюемым і кіруемым аб'ектам і агрэгатам. Гэтыя адасобленыя ўчасткі павінны быць выразна адмежаваныя ад іншых і паводле прынцыпу структурнасці павінны мець завершаную, лёгка запамінальную і адрозную ад іншых структуру. Структура павінна адлюстроўваць характар аб'екта і яго асноўныя ўласцівасці.



Мал. 4.3. Выгляд статычных і дынамічных экранных формаў SCADA-сістэм

Мнемасхема не павінна абавязкова капіраваць тэхнічную схему. Яна павінна адлюстроўваць логіку кантралюемых і кіруемых працэсаў, спрыяць спрашчэнню пошуку і апазнанню патрэбнай інфармацыі і аператыўнаму прыняццю правільных рашэнняў.

Для ацэнкі мнемасхем выкарыстоўваюцца:

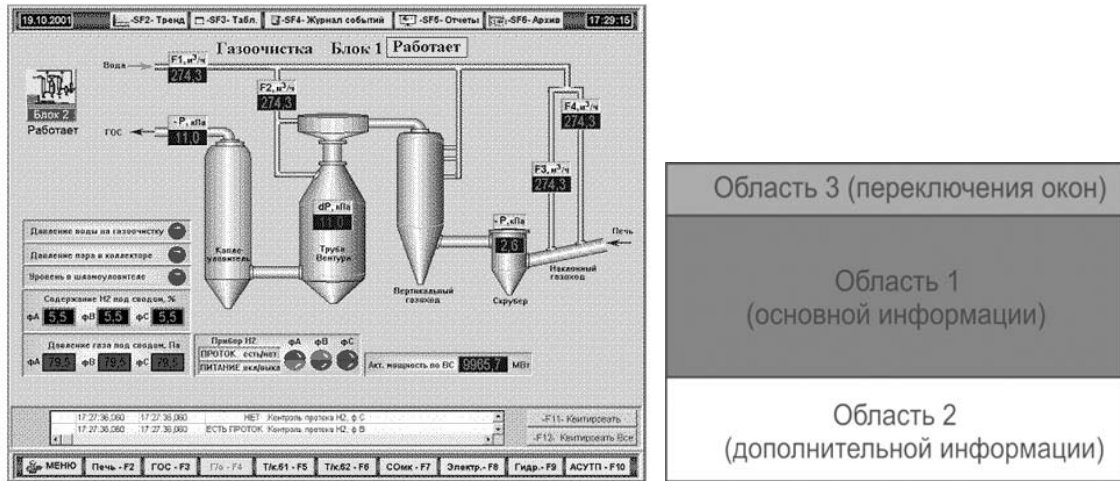
1) каэфіцыент інфарматыўнасці – суадносіны колькасці пасіўных элементаў і актыўных;

2) каэфіцыент запаўнення поля – суадносіны колькасці пасіўных элементаў мнемасхемы і агульнай колькасці элементаў мнемасхемы.

Пры праектаванні мнемасхем прапаноўваюць звычайна некалькі варыянтаў. Аптымальны варыянт выбіраюць шляхам лабараторнага эксперыменту (мадэлююць на камп'ютэры дзейнасць аператара з рознымі варыянтамі мнемасхемы). Крытэрыямі ацэнкі служаць час рашэння задач і колькасць дапушчаных памылак.

На сённяшні дзень асноўнымі пакетамі пры праектаванні мнемасхем з'яўляюцца наступныя: iFIX, inTouch, Trace MODE.

На мал. 4.4 прыведзены мнемасхемы тэхналагічных працэсаў у пакеце iFIX. Пры іх праглядзе можна вылучыць тры асноўныя зоны.



Мал. 4.4. Мнемасхема млына размолу (алюмініевы завод) і структура яе зон

Зона асноўнай інфармацыі – адлюстроўвае агульную структуру разглядаемага тэхналагічнага працэсу. У гэтай зоне размешчаны дзеючыя апараты, трубаправоды, а таксама інфармацыйная нагрузка, суправаджаючая тэхналагічны працэс. На мал. 4.4 вельмі зручна размешчана інфармацыя бягучых значэнняў у трубаправодах і апаратах, выразна прасочваюцца лініі тэмпературы, расходу і інш. параметраў.

Зона дадатковай інфармацыі – размешчана ніжэй зоны асноўнай інфармацыі. Падае дадатковую інфармацыю пра аб'ект. Тут могуць размяшчацца графікі, трэнды, вынесеныя значэнні параметраў, сігналізацыі і г. д.

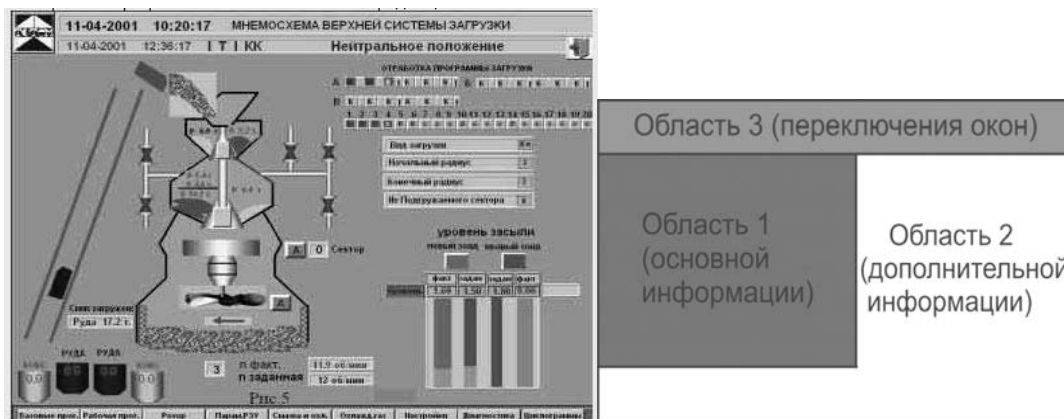
Зона пераключэння – абумоўлена немагчымасцю рацыянальнага адлюстравання ўсёй інфармацыі ў адным акне. З дапамогай сродкаў зоны магчыма выклікаць вокны, на якіх дэталізаваны сігналізацыі, трэнды (за дзень, месяц, год), больш падрабязна намаляваны асобныя ўчасткі працэсу.

На мнемасхемах у пакеце inTouch выкарыстоўваюць аналагічнае дзяленне мнемасхем на зоны, яны будуць адпавядаць прыведзеным вышэй. Аднак адразу бачым і адрозненні: усплывальныя вокны зроблены меншымі, чым асноўныя (мал. 4.5) – з аднаго боку, гэта разгружае мнемасхему, дае магчымасць атрымаць патрэбную інфармацыю аб тым аб'екце, які заслугоўвае ўвагі ў дадзены момант. Але з іншага боку, засланяе частку мнемасхемы.



Мал. 4.5. Мнемасхема ў пакеце inTouch і структура яе зон

На мал. 4.6 мнемасхема SCADA-сістэмы, выканана ў пакеце TraceMode. Відавочнае адрозненне гэтай мнемасхемы ад папярэдніх – зона 2 (дадатковай інфармацыі) размешчана правей зоны 1 (асноўнай інфармацыі). Гэта звязана, у першую чаргу, з памерамі апісаных аб'ектаў (адлюстраваны працэс па аб'ёме невялікі), што дазваляе аддаць больш прасторы для тлумачэння інфармацыі. Дадзеную кампануюку зон магчыма ўжываць для ўсплывальных вокнаў, г. зн. дэталёвага разгляду асобных участкаў тэхналагічнага працэсу.



Мал. 4.6. Мнемасхема сушкі збожжа і структура яе зон

Аналіз існуючых мнемасхем асноўных SCADA-сістэм дазваляе даць рэкамендацыі для праектавання:

- чалавечы фактар – мнемасхема павінна распрацоўвацца і ўдасканалвацца з улікам крытыкі эксплуатаемага персаналу;
- выкарыстанне суб'ектыўных фактараў. Каляровыя, тэкставыя, візуальныя варыяцыі (малюнкі апаратаў, набліжаныя да фізічнага выгляду прататыпаў) дапамагаюць арыентавацца, хутка вызначаць і ліквідаваць няспраўнасці;

– захаванне занальнасці. Практыка выкарыстання традыцыйнай кампаноўкі інфармацыі на мнемасхемах (мал. 4.6) паказала жыццёўстойлівасць такога спосабу пабудовы мнемасхемы для ўсяго працэсу. Магчымыя некаторыя адступленні ад традыцыйнага размяшчэння выкарыстоўваюцца ў прыватных выпадках і часцей за ўсё не прыдатныя для апісання ўсяго працэсу;

– максімальная лінейнасць апісанага працэсу, г. зн. пажадана вылучаць асноўную лінію працэсу па традыцыі: чытанне «злева направа» і «зверху ўніз», мінімальнае ўжыванне роўналежных контураў значна спросціць успрыманне схемы;

– нагляднасць падачы інфармацыі. З аднаго боку, мнемасхема павінна падаваць аператару неабходныя для кантролю параметры, а з другога, мнемасхема не павінна быць залішне «загружана» параметрамі, інфармацыяй для ўдакладнення (трэнды, бягучыя значэнні параметраў), значна зручней рабіць іх укладзенымі, у якасці ўсплывальных вокнаў, выклікальных па патрабаванні аператара;

– магчымасць хуткай мадыфікацыі. Шмат у чым гэта звязана з паэтапнай мадэрнізацыяй існуючай АСК, мнемасхема павінна ўтрымліваць запас прасторы, прадугледжаны пры мадэрнізацыі абсталявання.

4.3.2. Апрацоўка асаблівых станаў («трывогі і падзеі»)

Характэрнай асаблівасцю SCADA-сістэм з'яўляецца ўбудаваны механізм апрацоўкі асаблівых станаў («трывогі і падзеі») з забеспячэннем іх адлюстравання, запісу і друку.

– «трывогі» – папярэджанні аб ненармальным ходзе тэхналагічнага працэсу, як правіла, патрабуюць неадкладнай рэакцыі аператара. Тыповым прыкладам «трывогі» з'яўляецца перавышэнне якога-небудзь параметра (напрыклад, тэмпературы) загадзя зададзенай мяжы (устаўкі). Іншымі прыкладамі «трывог» могуць служыць нечаканае адключэнне механізму, знікненне ціску рабочай вадкасці і г. д. Паведамленні аб гэтых «трывогах» перадаюцца аператару, які павінен пацвердзіць факт атрымання дадзенага паведамлення («квіціраваць» паведамленне).

– «падзеі» – інфармацыя аб зменах у статусе тэхналагічнага працэсу (напрыклад, вяртанне параметру з аварыйнага стану ў нармальны) або аб дзеяннях абслуговага персаналу (напрыклад, рэгістрацыя аператара), не прадугледжваюць неадкладнай рэакцыі аператара.

Практычна ва ўсіх сістэмах SCADA ёсць магчымасць задання для кожнага аналагавага параметру да чатырох межаў «трывог»:

- Верхняя папераджальная і Верхняя аварыйная межы;
- Ніжняя папераджальная і Ніжняя аварыйная межы.

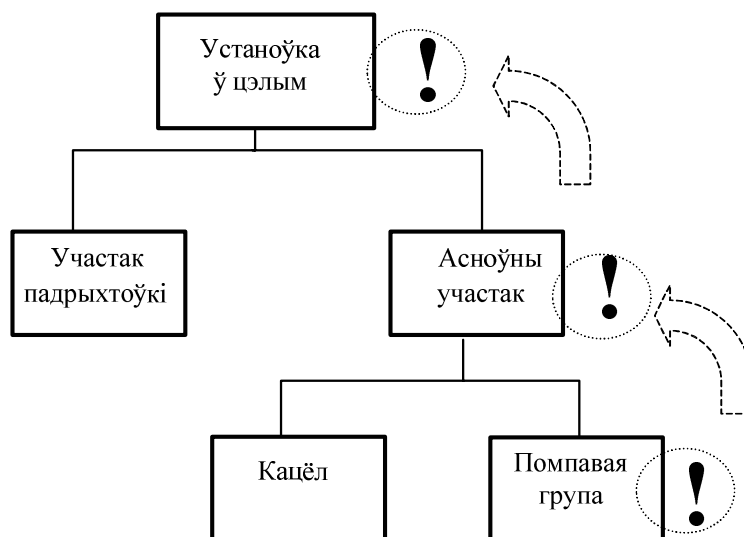
Пры выхадзе кантралюемага параметра за любую з гэтых межаў выпрацоўваецца сігнал трывогі. Пры вяртанні ў нармальныя межы адпаведны сігнал трывогі знікае.

Больш дасканалыя сістэмы прадугледжваюць дадатковыя магчымасці кантролю за ходам змены параметра, а менавіта:

- па адхіленні ад зададзенага значэння (папераджальнае і аварыйнае);
- па хуткасці змены параметра.

Відавочна, што розныя «трывогі» маюць розную ступень небяспекі – перавышэнне ціску ў катле можа выклікаць выбух, у той час як перавышэнне ўзроўню вады можа выклікаць толькі працёк. Таму кожнай пэўнай «трывозе» прысвойваецца прыярытэт, вызначаны ўзроўнем яе небяспекі. Далей па гэтым прыярытэце можна фільтраваць «трывогі», напрыклад, пры з’яўленні найбольш небяспечных – уключаць сірэну, а пры менш небяспечных – толькі змяняць колер адпаведнага аб’екта або выдаваць тэкставае паведамленне. Іншым спосабам фільтравання «трывог» можа быць вывядзенне іх на розныя тابلы (на розныя працоўныя месцы).

Важнай асаблівасцю апрацоўкі «трывог» з’яўляецца магчымасць аб’яднання іх у іерархічна пабудаваныя групы. Групы павінны прызначацца ў адпаведнасці з тэхналагічнай схемай працэсу, напрыклад, Цэх – Участкі – Мехаізмы. Пры гэтым «трывога», якая ўзнікла на ніжніх узроўнях іерархіі (на Мехаізме), узбудзіць адпаведныя размешчаныя групы (Участак – Цэх).



Мал. 4.7. Прыклад арганізацыі «трывог» па групках

На мал. 4.7 паказаны прыклад пабудовы «трывожных» груп для ўстаноўкі. У гэтым выпадку пры ўзнікненні «трывогі» у Помпавай групе аўтаматычна перойдуць у рэжым «трывогі» Асноўны ўчастак і Устаноўка ў цэлым.

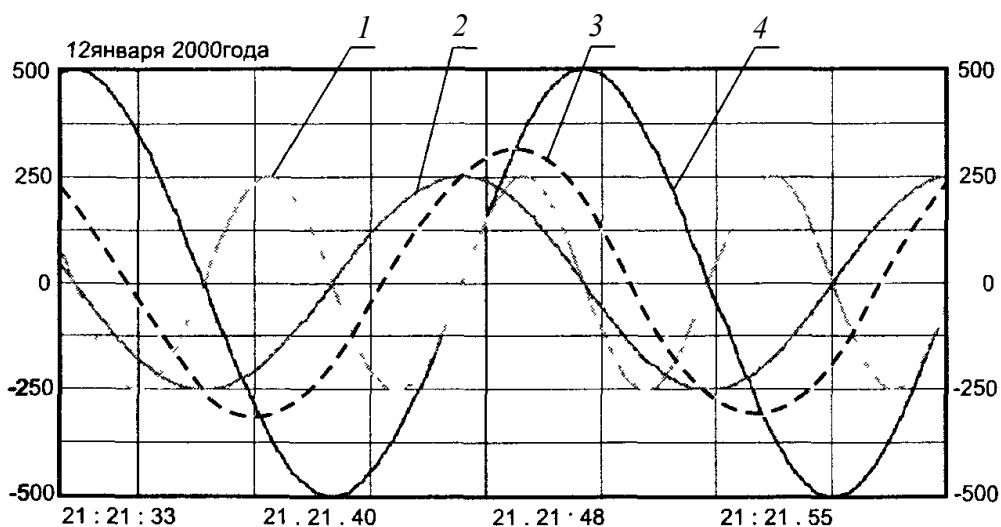
4.3.3. Пратакаліраванне інфармацыі аб ходзе тэхналагічнага працэсу (падзеі і трэнды)

Пратакаліраванне служыць для захавання ў архівах інфармацыі аб праходжанні тэхналагічнага працэсу. Пры гэтым можа фіксавацца наступная інфармацыя:

– аб падзеях, звязаных з кантралюемым тэхналагічным працэсам і дзеяннямі персаналу, адказнага за эксплуатацыю і абслугоўванне сістэмы (запіс адбываецца ў моманты іх узнікнення);

– аб значэннях параметраў праходжання тэхналагічнага працэсу (запіс праводзіцца альбо праз вызначаныя інтэрвалы часу, альбо пры змене параметра на некаторую зададзеную велічыню).

Апрацоўка інфармацыі аб параметрах у рамках SCADA-сістэмы, як правіла, зводзіцца да пабудовы графікаў таго або іншага выгляду (яны звычайна завуцца трэндамі), прыклады якіх прыведзены на мал. 4.8.



Мал. 4.8. Прыклад пабудовы трэндаў:

1 – тэмпература; 2 – баланс асяроддзя; 3 – узровень; 4 – ціск

Калі даныя перадаюцца ў іншыя праграмныя пакеты (напрыклад, MS Excel), то апрацоўка перададзеных даных (генерацыя і друкаванне справаздач або графікаў) вызначаецца параметрамі, якія прымаюць пакет.

4.3.4. Кіраванне зменнымі (тэгамі)

Механізм кіравання зменнымі ўяўляе сабой аснову любой SCADA-сістэмы. Падчас работы сістэма ўтрымлівае бягучыя значэнні зменных, аднак для яе нармальнага функцыянавання неабходна забяспечыць дастаткова вялікі аб'ём інфармацыі па кожнай зменнай. У сістэмах SCADA замест тэрміна «зменная» звычайна выкарыстоўваецца тэрмін «тэг».

Для кожнай зменнай (тэга) вызначаюцца імя і тып. Імя запісваецца па звычайных правілах для імёнаў зменных (лацінскімі літарамі, лічбамі і некаторымі знакамі). Дапушчальныя тыпы зменных вызначаюцца пэўнымі пакетаў, аднак ва ўсіх пакетах існуюць наступныя асноўныя тыпы:

- дыскрэтныя зменныя (маюць два значэнні);
- цэлыя зменныя (могуць быць знакавыя, бяззнакавыя, кароткія і доўгія);
- сапраўдныя зменныя (з плаваючай коскай);
- радковыя зменныя (паведамленні, тэксты).

Акрамя імя і тыпу зменнай яе забяспечваюць тэкставым каментарыем.

Для пераменнай абавязкова задаюцца пачатковае значэнне і магчымасць яе змены падчас работ (частка пераменных можа быць абвешчана з доступам толькі для чытання). Некаторыя SCADA-сістэмы задаюць таксама мінімальнае і максімальнае значэнне пераменнай, забяспечваючы знаходжанне пераменнай у гэтых межах на працягу ўсяго часу работы.

Акрамя работы са звычайнымі пераменнымі (размешчанымі на самой працоўнай станцыі), SCADA-сістэмы дазваляюць аперыраваць выдаленымі пераменнымі, размешчанымі альбо ў кантролерах (на ніжнім узроўні), альбо на іншых рабочых станцыях. Доступ да такіх пераменных ажыццяўляецца праз сістэму ўводу/вываду, пры гэтым звычайна падаецца магчымасць маштабавання перадаваемых даных.

Для рэалізацыі механізму абвесткі аператара аб аварыйных станах падчас кіравання тэхналагічным працэсам («трывог») для кожнай зменнай неабходна задаць адпаведныя парогі. Пры заданні кожнага парога неабходна паказаць наступную інфармацыю:

- значэнне парога і велічыню мёртвай зоны (зоны неадчувальнасці);
- узровень прыярытэту ўзнікаючай пры гэтым «трывогі».

Акрамя пераменных, задаваемых карыстальнікам, кожная SCADA-сістэма мае вызначаны набор так званых сістэмных пераменных. Іх склад змяняецца ад сістэмы да сістэмы, але ў іх абавязкова ўключаюцца

ца Дата (Дзень – Месяц – Год) і Час (Гадзіны – Хвіліны – Секунды), а таксама звесткі аб зарэгістраваным аператары. Тыповая форма апісання зменнай у SCADA-сістэме прадстаўлена на мал. 4.9.

The screenshot shows a window titled "тэг" with the following fields and sections:

- A text input field at the top.
- A dropdown menu with options: "дискретный", "целый", "действительный", "строковый".
- "Текстовый комментарий" with a text input field.
- "Начальное значение" with a text input field.
- "Возможность изменения" with a text input field.
- "Min – Max значение" with two text input fields separated by a minus sign.
- A section header "Задание порогов" with a "Значение порога" text input field.
- "Величина мертвой зоны" with a text input field.
- "Уровень приоритета тревоги" with a text input field.
- A section header "Системные переменные" containing:
 - "Дата" with three input fields for "ДЕНЬ", "МЕСЯЦ", and "ГОД".
 - Three input fields for "ЧАСЫ", "МИНУТЫ", and "СЕКУНДЫ".
- "Сведения об операторе" with a text input field.

Мал 4.9. Форма апісання зменнай у SCADA-сістэме

4.3.5. Рэалізацыя алгарытмаў кіравання

Практычна ўсе вядомыя SCADA-сістэмы забяспечваюць магчымасць рэалізацыі алгарытмаў аўтаматычнага кіравання тэхналагічным працэсам. Для гэтага ўводзіцца спецыяльны механізм сцэнарыяў (scripts).

Сцэнарыі ўяўляюць сабой праграмныя модулі, напісаныя на алгарытмічнай мове высокага ўзроўню. Падчас работы гэтыя сцэнарыі запускаяюцца (ініцыялізуюцца) па меры надыходу вызначаных падзей падчас тэхналагічнага працэсу.

У якасці алгарытмічнай мовы для стварэння сцэнарыяў часцей за ўсё выкарыстоўваецца Microsoft Visual Basic. Некаторыя SCADA-сістэмы непасрэдна выкарыстоўваюць убудаванае асяроддзе рэдагавання Microsoft Visual Basic for Applications (VBA), іншыя маюць адмысловыя рэдактары для стварэння сцэнарыяў на гэтай мове. Ва ўсіх выпад-

ках выкарыстоўваемая ў сцэнарах мова хоць і з'яўляецца стандартнай па сінтаксісе, дапаўняецца некаторымі функцыямі, спецыфічнымі для задач кіравання.

Існуюць SCADA-сістэмы, якія базіруюцца не на стандартных алгарытмічных мовах, а на адмысловых мовах сцэнарыяў. Такія мовы маюць набор найпрасцейшых апэратараў (апэратар прысвойвання, апэратар if-then-else, апэратар for-next і інш.) і некалькі дзясяткаў працэдур і функцый. Рэдактары для такіх моў дазваляюць непасрэдна кампанаваць выразы з выкарыстаннем імёнаў пераменных, апэратараў, працэдур і функцый. Абавязковы элемент такіх рэдактараў – магчымасць неадкладнага сінтаксічнага кантролю створанага тэксту сцэнарыя.

Асноўным спосабам запуску сцэнарных працэдур падчас кіравання тэхналагічным працэсам з'яўляецца запуск па падзеях. Умовы запуску кожнага сцэнарыя паказваюцца пры яго стварэнні і ўяўляюць неабходную прыналежнасць сцэнарыя. Існуюць сцэнарыі падрыхтоўчых і заключных (пачатак задачы, канец задачы, сцэнарыі адкрыцця акна і закрыцця акна) і сцэнарыі, якія выконваюцца пастаянна, з цыклам па часе (падчас вырашэння задачы). Акрамя таго, сцэнарыі могуць запускаяцца пры змене даных (змяніўся апэратар, змяніўся стан кіруючага механізма і інш.). Існуе магчымасць запускаяць сцэнарыі пры выкананні вызначаных умоў (мінуў час чакання, тэмпература перавысіла крытычную, ціск увайшоў у норму і г. д.).

Цалкам відавочна, што калі SCADA-сістэмы грунтуюцца на стандартнай мове Basic, то захоўваецца магчымасць і традыцыйнага запуску сцэнарных (моўных) працэдур.

4.3.6. Кіраванне ўводам/вывадам

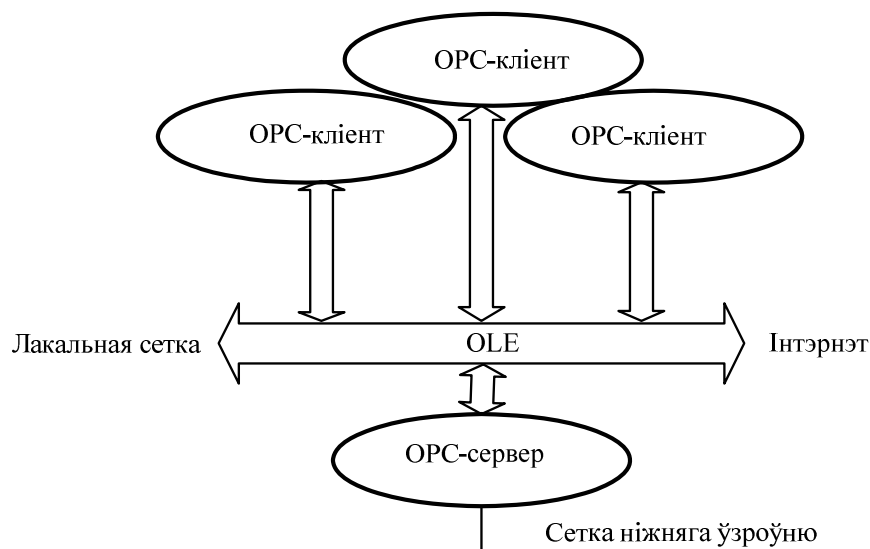
Кіраванне тэхналагічным працэсам прадугледжвае атрыманне даных SCADA-сістэмай ад прамысловых кантролераў (з ніжняга ўзроўню), іх апрацоўку і перадачу ўстройствам розных каманд, уставак і заданняў. Праўда, распрацоўнікі SCADA-сістэм рэдка могуць распрацаваць драйвер, які падтрымлівае ўсе функцыянальныя магчымасці пэўнага ўстройства. Як правіла, гэта даступна толькі распрацоўніку ўстройства. Таму павышаецца верагоднасць памылак у драйверах, якія выяўляюцца на этапе адладкі праекта або нават падчас прамысловай эксплуатацыі АСКТП.

Выходам з падобнай сітуацыі паслужыла выкарыстанне прамежкавага інтэрфейса для абмену данымі ў сістэме. Гістарычна першым такім інтэрфейсам стаў стандартны міжзадачны інтэрфейс DDE.

Пры такой тэхналогіі SCADA-сістэма праводзіць абмен данымі па інтэрфейсе DDE. У рабочай станцыі запускаецца адмысловая праграма (DDE-сервер), якая прымае патокі ўводу/вываду SCADA-сістэмы і праз убудаваны драйвер накіроўвае іх да прылад ніжняга ўзроўню. У гэтым выпадку ўстройства ніжняга ўзроўню абслугоўваюцца менавіта DDE-серверам, а SCADA-сістэма застаецца апаратна-незалежнай. Больш таго, ужыванне стандартнага інтэрфейса для ўводу/вываду дазваляе лёгка ажыццявіць сувязь SCADA-сістэмы са стандартнымі пакетамі MS Windows (напрыклад, MS Word і MS Excel).

Найбольш перспектыўным і папулярным на сённяшні дзень спосабам інтэграцыі падсістэм розных вытворцаў у складзе буйнамаштабнай АСКТП з'яўляецца выкарыстанне стандарту OPC (OLE for Process Control). OLE (Object Linking and Embedding – сувязь і ўкараненне аб'ектаў) – гэта тэхналогія, якая дазваляе ўключаць у ствараемы дакумент любую інфармацыю з іншых праграм: графікі, табліцы і інш. У цяперашні час практычна ўсе вытворцы кантролераў і іншых сродкаў прамысловай аўтаматызацыі пастаўляюць для сваёй прадукцыі адмысловыя праграмныя драйверы, арыентаваныя на сувязь з устройствамі ніжняга ўзроўню і адпавядаюць спецыфікацыям OPC. Такі драйвер называецца OPC-серверам.

Важная ўласцівасць такой тэхналогіі заключаецца ў тым, што OPC-кліенты, якія выконваюцца на рабочых станцыях у лакальнай сетцы, атрымліваюць вольны доступ да каналаў уводу/вываду OPC-сервераў, што працуюць на іншых вузлах сеткі – лакальных або нават выдаленых (мал. 4.10).



Мал. 4.10. Увод/вывад праз OPC-сервер

Выкарыстанне гэтай тэхналогіі забяспечвае таксама дадатковыя магчымасці SCADA-сістэм – пабудову размеркаваных сістэм і работу праз сетку Інтэрнэт.

4.3.7. Кантроль і кіраванне доступам

Магчымасці SCADA-сістэм у зоне кантролю доступу прадугледжваюць як уводзіны розных катэгорый доступу, так і кантроль асоб, якія ажыццяўляюць доступ, пратакаліраванне (адсочванне) занесеных імі змен, а таксама сродкі аховы пратакола і пароляў ад фальсіфікацыі.

Задача кантролю асоб, якія ажыццяўляюць доступ да сістэмы, вырашаецца ў розных сістэмах па-рознаму. У некаторых уваход карыстальніка ў сістэму з рэгістрацыяй ажыццяўляецца з дапамогай стандартнай утыліты Login. Гэта ўтыліта дазваляе таксама атрымаць інфармацыю аб тых карыстальніках, якія зарэгістраваны ў сістэме ў дадзены момант часу. Аналіз фактаў уваходу і выхаду з сістэмы ажыццяўляецца шляхам прагляду стандартнага сістэмнага журнала MS Windows NT і/або базы даных MS Access, якая можа весціся рэгістратарам падзей пакета.

У іншых сістэмах кантроль доступу выконваецца з дапамогай уласных сродкаў, ва ўласным журнале. У файле гэтага журнала захоўваецца інфармацыя аб уваходах і выходах з сістэмы, аб няўдалых спробах уваходу ў сістэму і аб спробах атрымаць несанкцыянаваны доступ.

Яшчэ адным важным аспектам абароны ад несанкцыянаванага доступу з'яўляецца процідзеянне некарэктным дзеянням аператара на ўзроўні аперацыйнай сістэмы. Звычайна для ўстойлівай работы АРМ аператара неабходна забараніць як завяршэнне самога SCADA-пакета, так і запуск іншых прыкладанняў.

Як правіла, асноўны абавязак аператара заключаецца ў назіранні за тэхналагічным працэсам і прыняцці неабходных мер у выпадку адхілення ходу працэсу ад нормы, пра што паводле зададзеных на стадыі распрацоўкі інструкцый яго апавяшчае сістэма. Ад аператара патрабуецца, каб ён валодаў мінімальнымі навыкамі работы з камп'ютэрам. Такім чынам, вялікае значэнне набывае кантроль за дзеяннямі аператара, каб ён не мог здзейсніць незваротных дзеянняў, вядучых да непрыемных наступстваў. Найбольш дасканалыя SCADA-сістэмы дазваляюць забараніць пэўнаму карыстальніку пераключацца з рэжыму выканання на іншыя задачы або завяршаць прыкладанне стандартнымі сродкамі Windows.

4.4. Прыклады рэалізацыі SCADA-сістэм

4.4.1. Аўтаматызаваная сістэма кантролю і ўліку электраэнергіі на прадпрыемстве

Доля спажытых энергарэсурсаў у сабекошце прадукцыі любога вытворчага прадпрыемства значная. У сувязі з гэтым узрастае роля аўтаматызаваных сістэм кантролю і ўліку энергіі (АСКУЭ), якія дазваляюць прааналізаваць спажыванне энергіі і знайсці шляхі яе эканоміі.

Сучасная аўтаматызаваная сістэма ўліку павінна забяспечваць кіраўніцтва прадпрыемства аператыўнай інфармацыяй аб спажыванні энергіі ў розны час сутак па днях і месяцах як у цэлым па прадпрыемстве, так і па асобных фідэрах, цэхах, падраздзяленнях.

Аўтаматызаваная сістэма ўліку электраэнергіі на прадпрыемстве, як правіла, з'яўляецца шматузроўневай.

Першы, або ніжні ўзровень сістэмы ўліку ўтвараюць лічбавыя шматфункцыянальныя электронныя лічыльнікі электраэнергіі сумесна з вымяральнымі трансфарматарамі, іх першаснымі ланцугамі і злучальнымі лініямі.

Другі, або прамежкавы ўзровень сістэмы ўліку, утвараюць спецыялізаваныя ўстройства збору і перадачы даных (УЗПД). УЗПД забяспечваюць кругласутачны аўтаматычны, з праграмуемай дыскрэтнасцю апытання, дыстанцыйны збор даных з лічыльнікаў, падключаных да гэтых сродкаў праз лічбавыя інтэрфейсы па правад-ных каналах сувязі.

Трэці, або верхні ўзровень сістэмы для ўліку электраэнергіі, утвараюць персанальны камп'ютэр (ПК) і праграмае забеспячэнне.

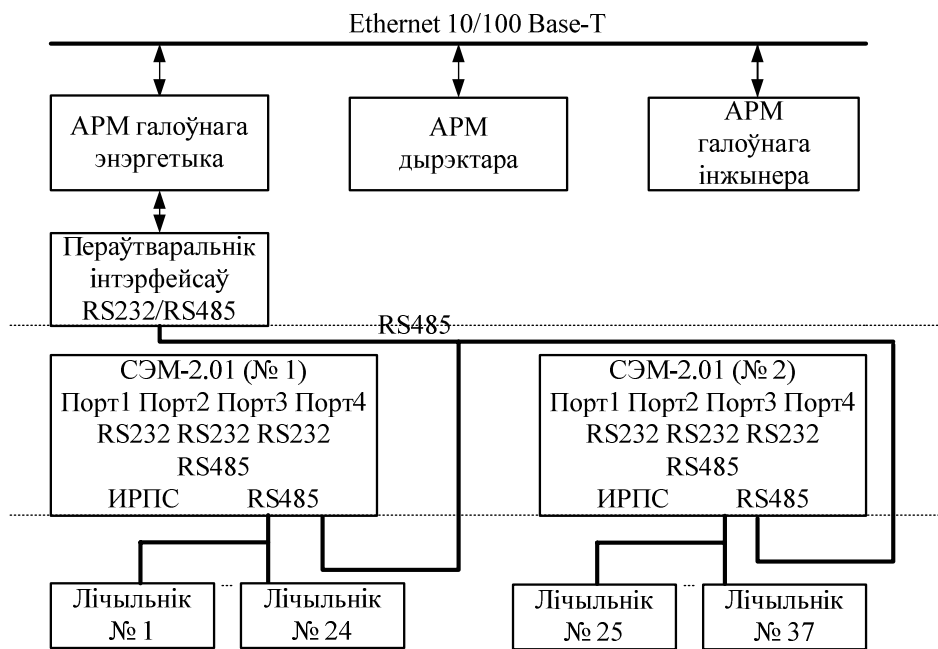
Для тэхнічнай рэалізацыі такіх сістэм уліку выкарыстоўваецца УЗПД суматар СЭМ-2.01, які забяспечвае прыём інфармацыі з лічыльнікаў розных тыпаў па лічбавым інтэрфейсе RS-485. У СЭМ-2.01 падтрымліваюцца пратаколы абмену лічбавых лічыльнікаў СС-301, «Меркурый-230», СЭТ4-ТМ.02, «Эўра-Альфа», ЦЭ6850М, «Энергія-9» і інш. Прадугледжана таксама апытанне выдаленых лічыльнікаў па GSM-сувязі па зададзеным раскладзе. Глыбіня захоўвання графікаў паўгадзіннай магутнасці па кожным пункце ўліку – 62 сутак. Колькасць груп уліку – да 32.

Алгарытм работы УЗПД СЭМ-2.01 грунтуецца на апытанні 30-хвілінных профіляў энергіі, захаваных у памяці лічыльнікаў ніжняга ўзроўню сістэмы, і дазваляе аднаўляць інфармацыю з лічыльнікаў пры парушэнні сілкавання або сувязі.

Найважнейшай характарыстыкай сістэмы з’яўляецца падтрыманне дакладнага часу ўсіх яе элементаў: лічыльнікаў, УЗПД і ПК. Суматар аўтаматычна карэктруе час і дату лічыльнікаў, а пры ўзнікненні сітуацыі, калі гэта немагчыма, сігналізуе ў ПК аб аварыйнай сітуацыі. Праграмнае забеспячэнне верхняга ўзроўню мае магчымасць кантролю сінхранізацыі часу ўсёй сістэмы.

Для камерцыйных АСКУЭ прадугледжана падключэнне да СЭМА-2.01 сотавага мадэма для перадачы інфармацыі ў разліковы цэнтр Энергазбыту.

На мал. 4.11 прыведзена структурная схема аўтаматызаванай сістэмы ўліку, якая складаецца з трох узроўняў. Верхні ўзровень – гэта АРМ энергетыка і іншыя ПК, злучаныя з дапамогай камп’ютэрнай сеткі Ethernet. АРМ энергетыка пастаянна ажыццяўляе збор даных з дзвюх УЗПД СЭМ-2.01, якія кожныя 3 хвіліны здымаюць інфармацыю з 37 лічыльнікаў «Меркурый-230» з профілямі нагрузкі.



Мал. 4.11. Структурная схема аўтаматызаванай сістэмы кантролю і ўліку электраэнергіі на прадпрыемстве

На ўсіх ПК сістэмы ўсталявана праграмнае забеспячэнне «Energy for Windows», прызначанае для збору інфармацыі аб спажыванні электраэнергіі або іншых відаў улічваемых энэргарэсурсаў, вывучэння дынамікі іх спажывання, аналізу даных, напрыклад, магутнасці, спажываемай прадпрыемствам на працягу сутак, энергіі, спажываемай прадпрыемствам на працягу месяца. На базе гэтых звестак фарміруецца

справаздача аб спажыванні электраэнергіі за месяц па падраздзяленнях прадпрыемства.

Праграмнае забеспячэнне дазваляе таксама непасрэдна звярнуцца да любога лічальніка і зняць дыяграмы магутнасці, напружання і токаў. Дыяграмы дазваляюць праверыць правільнасць падключэння лічальнікаў, а таксама ацаніць раўнамернасць загрузкі фаз і іншыя імгненныя параметры.

АСКУЭ дадзенага тыпу паспяхова працуюць на найважнейшых прамысловых аб'ектах Беларусі і Расіі. Сярод іх «Атлант», «Віцязь», «Магілёўліфтмаш», Астанкінская тэлевежа, «Маскабельмет» і г. д. Абсталяванне прадпрыемстваў АСКУЭ акупляецца за 6–12 месяцаў.

4.4.2. АСКУЭ «Меркурый-энергаўлік»

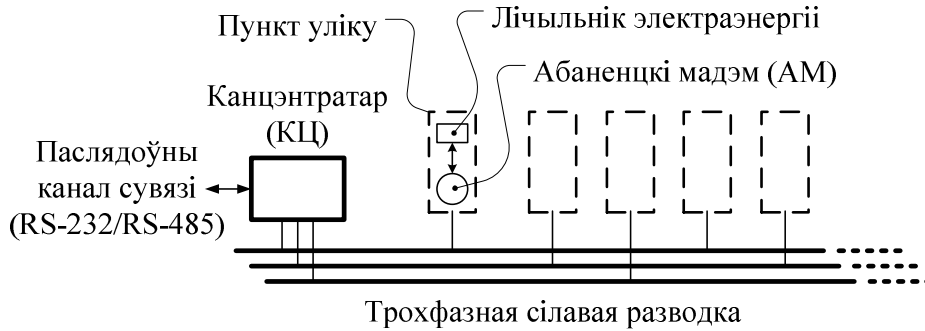
«Меркурый-PLC» – гэта АСКУЭ, арыентаваная на выкарыстанне ў прамысловых і офісных будынках прадпрыемства. Гэта сістэма збору даных з абаненцкіх прыбораў уліку спажытай электраэнергіі прызначана для арганізацыі аўтаматызаванага збору даных аб спажыванні электраэнергіі адна- і трохфазнымі абанентамі размеркавальнай электрасеткі пераменнага току 220/380В 50Гц.

Адметнай асаблівасцю сістэмы сярод мноства іншых з'яўляецца тое, што кантроль за спажываннем электраэнергіі ажыццяўляецца па сілавой сетцы 220 В. Забяспечваючы функцыянальнасць АСКУЭ, пабудаваных на базе лічальнікаў з праваднымі лічбавымі інтэр-фейсамі RS-485 або падобнымі, сістэма «Меркурый-PLC» за кошт адсутнасці аб'ядноўваючага інтэрфейснага кабеля робіць больш танным кошт мантажных работ і далейшую эксплуатацыю сістэмы, павялічвае надзейнасць функцыянавання.

Абсталяванне сістэмы складаецца з канцэнтратара даных «Меркурый-225», які з'яўляецца асноўным вузлом сістэмы, і мноства (у любых спалучэннях) адна- і трохфазных лічальнікаў тыпу «Меркурый-200, 201, 201, 230, 231» з убудаванымі PLC-мадэмамі (мал. 4.12).

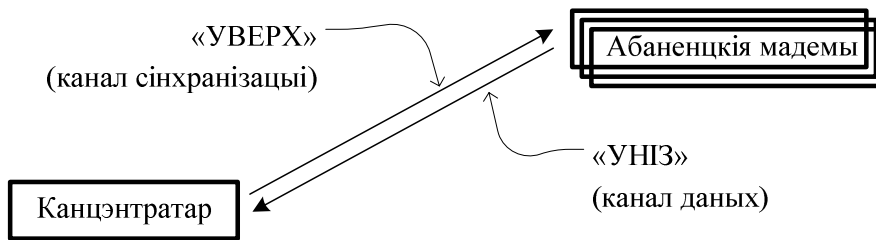
Канцэнтратар устанаўліваецца ў любым зручным месцы трохфазнай сеткі, напрыклад, у электрашчытавой прамысловага і (або) офіснага будынка, а часцей на трансфарматарнай падстанцыі і падключаецца да ўсіх трох фаз. Асноўныя яго функцыі – забяспечыць сінхранізацыю перадачы даных лічальнікамі і сабраць інфармацыю аб энергаспажыванні з яе далейшым захаваннем ва ўласнай энерганезалежнай памяці. Акрамя гэтага, ён ажыццяўляе раздачу сігналаў дакладнага часу і змяняе рэжымы работы лічальнікаў. Канцэнтратар абсталяваны

паслядоўнымі інтэрфейсамі RS-485 і RS-232, праз якія падключаюцца дадатковыя кантролеры і ўстройства перадачы інфармацыі на камп'ютэр цэнтральнага дыспетчарскага пункта. Гэта могуць быць GSM-шлюзы, радыёмадэмы, адаптэры сеткі Ethernet. Магчымае здыманне назапашанай інфармацыі на пераносны камп'ютэр аператара непасрэдна на месцы ўстаноўкі канцэнтратара.



Мал. 4.12. Фізічная арганізацыя сістэмы збору даных

З пункту гледжання лагічнай структуры сістэма збору даных уяўляе сабой сукупнасць двух нізкахуткасных каналаў перадачы інфармацыі (мал. 4.13).



Мал. 4.13. Лагічная арганізацыя сістэмы збору даных

У аснову абмену інфармацыяй у сістэме пакладзены прынцып перадачы даных з выкарыстаннем усіх вядомых відаў падзелу сігналаў – часовага, частотнага і кодавага. Абмен данымі паміж лічальнікамі і канцэнтратарам адбываецца з дапамогай шырокапалосных сігналаў з рознай мадуляцыяй. Усе даныя ў сістэме перадаюцца строга перыядычнымі пакетамі па 64 біты, і ў выпадку моцных перашкод канцэнтратар можа назапашваць сігнал для павышэння рабочых суадносін сігнал – шум.

Сістэма збору даных працуе наступным чынам. Канцэнтратар перыядычна (раз за некалькі секунд) выпраменьвае сінхрасігнал працягласцю 2,5 сек, які прымаецца ўсімі падпарадкаванымі вузламі

сістэмы, якія, у сваю чаргу, інтэрпрэтуюць факт прыёму сінхрасігналу як каманду на перадачу аднаго біта сваіх даных. Пры гэтым вузел № 1 перадае свой біт адразу пасля заканчэння сігналу сінхранізацыі, вузел № 2 – з затрымкай на 10 мс. Вузел № 3 з затрымкай на 20 мс і г. д.

Перадача даных праводзіцца ўсімі вузламі ў зоне скрыжавання нулявога ўзроўню асноўным напружаннем сеткі, паколькі гэта зона сеткавага паўперыяду найболей свабодная ад перашкод з боку сеткавых спажыўцоў электраэнергіі. Канцэнтратар пабітна прымае дадзеныя ад лічыльнікаў і захоўвае распазнаныя пакеты ў энерганезалежнай памяці, адкуль іх у любы момант можна лічыць праз адзін з яго паслядоўных інтэрфейсаў (RS-485, RS-232).

Сегмент сеткі, абслугоўваемы адным канцэнтратарам, можа ўключаць да 1008 пунктаў уліку. Перыядычнасць перадачы даных аб энергаспажыванні залежыць ад колькасці падпарадкаваных вузлоў і складае ад 3 хвілін (пры 16 лічыльніках) і да 14 хвілін (пры 1000). Адлегласць устойлівага прыёму ад крайняга лічыльніка да канцэнтратара не меней за 500 метраў пры любым стане сілавой сеткі і не залежыць ад часу сутак. Пры добрым стане сувязь забяспечваецца на адлегласці 1000 і больш метраў.

Перад устаноўкай лічыльнікаў неабходна прысвоіць сеткавыя адрасы ўнутраным PLC-мадэмам. Для гэтага прызначаны тэхналагічны мадэм «Меркурый-225».

Праграмнае забеспячэнне ніжняга ўзроўню ўключае:

– праграму «ТМсомм», якая выкарыстоўваецца сумесна з тэхналагічным мадэмам (Т-мадэмам) «Меркурый-223» для прызначэння індывідуальнага сеткавага адрасу лічыльніка;

– праграму «ВMonitor», прызначаную для задання параметраў канфігурацыі канцэнтратара «Меркурый 225» і прагляду прынятых пакетаў, якія ўтрымліваюць інфармацыю аб энергаспажыванні абаненцкіх лічыльнікаў у сегменце сеткі, абслугоўваемай канцэнтратарам.

АСКУЭ «Меркурый PLC» адрознівае ад існуючых аналагаў:

– вельмі надзейная перадача даных па сілавой сетцы за кошт ужывання мадэмаў, якія адрозніваюць ад існуючых вельмі нізкія рабочыя суадносіны сігнал/шум у пункце прыёму (аж да мінус 20 дБ), а па згасанні – каля 60 дБ. Такія характарыстыкі дазваляюць весці надзейны прыём даных нават пры перавышэнні шумоў над сігналам больш чым у 10 разоў (па амплітудзе) і на адлегласці больш чым 500 метраў у любы час сутак;

– невысокі кошт абсталявання пры высокіх тэхнічных характарыстыках;

– максімальная колькасць лічыльнікаў, апытваемых адным канцэнтратарам – да 1008. Перыядычнасць апытання ад 3 да 15 хвілін пры любым стане асяроддзя перадачы.

Ужыванне кантролера значна пашырае функцыі вузла ўліку і дазваляе не толькі счытваць інфармацыю з лічыльнікаў і канцэнтратара, але і весці ўнутраны маніторынг (кантроль) – сачыць за станам тых або іншых параметраў (напружання, магутнасці і г. д.). Наяўнасць у кантролеры лагічных уваходаў дазваляе весці кантроль і за самай трансфарматарнай падстанцыяй – станам уваходных дзвярэй, сілавых камутатараў, скрынь з вузламі ўліку і г. д. Пры гэтым пры ўзнікненні няштатнай сітуацыі (адчыненыя ўваходныя дзверы, напружанне выйшла за ўсталяваныя рамкі, знікла фазнае напружанне і г. д.) кантролер можа актывізаваць GSM-мадэм і паведаміць на дыспетчарскі пункт аб гэтым.

4.4.3. Аўтаматызаванае дыспетчарскае кіраванне тэхналагічнымі працэсамі ў нафтагазавай галіне

Нафтагазавая галіна валодае вялікай разнастайнасцю тэхналагічных працэсаў, якія забяспечваюць усе этапы складанага шляху нафты і газу ад здабычы да пераўтварэння ў канчатковы прадукт: геалагагеафізічныя работы, свідраванне, распрацоўка і эксплуатацыя, трубаправодны транспарт і захоўванне, хімія і перапрацоўка, размеркаванне і інш.

Асаблівасцямі нафтагазавай вытворчасці з'яўляюцца: тэрытарыяльная размеркаванасць, бесперапынны характар гідрагазодынамічных працэсаў; тэхналагічная і экалагічная небяспека, складанасць сістэм нафта- і газазабеспячэння. Прыкладам такога роду аб'ектаў з'яўляюцца трубаправодныя сістэмы нафта- і газазабеспячэння, якія ахопліваюць усю тэрыторыю Расіі і Беларусі, звязваючы паміж сабой шматлікіх спажыўцоў і крыніцы сыравіны.

Асноўным відам кіравання гэтымі разнастайнымі тэхналагічнымі працэсамі нафтагазавай галіны з'яўляецца аператыўна-дыспетчарскае кіраванне, на базе дыспетчарскіх комплексаў мадэлявання (ДКМ) і камп'ютэрных трэнажорных комплексаў (КТК).

Існуючыя ДКМ ужываюцца дыспетчарскімі службамі ў асноўным для вырашэння задач мадэлявання, планавання, прагназіравання рэжымаў работы газатранспартных сістэм (ГТС), рэтраспектыўнага аналізу сітуацый, дыягностыкі фактычнага стану аб'ектаў і ГТС.

Ужыванне КТК дазваляе праводзіць камп'ютэрнае мадэляванне розных аварыйных сітуацый у ГТС і падчас супрацьаварыйных трэніровак

дыспетчарскага персаналу фарміраваць навыкі прыняцця рашэнняў ва ўмовах дэфіцыту часу і рэсурсаў кіравання.

У цяперашні час ДКМ устанаўліваюцца на кожным з узроўняў дыспетчарскага кіравання: дыспетчарскага пункта лінейнага вытворчага кіравання магістральнага газоправода, вытворча-дыспетчарскай службы (ВДС) газатранспартнага таварыства (ГТТ).

Пры інтэграцыі ДКМ са SCADA-сістэмамі, калі частата паступлення даных складае менш хвіліны, накладаецца цвёрдае абмежаванне на час правядзення разліку. У выніку вырашэнне задач ВДС ГТТ, якія змяшчаюць дзясяткі тысяч тэхналагічных аб'ектаў, у рэжыме рэальнага часу становіцца цяжкім.

Аналіз рэжымна-тэхналагічных задач паказаў, што многія з іх паграбуюць шматразовага ітэрацыйнага разліку асобных мадэлей тэхналагічных аб'ектаў і ўтрымліваюць натуральны паралелізм. Да іх адносяцца разлікі трубаправодных сістэм, рэжыму работы кампрэсарных цэхаў, зон дапушчальных рэжымаў работы газаперапампоўваючых агрегатаў (ГПА), рэжыму работы шматцэхавай кампрэсарнай станцыі, рэжыму працы ГТС у цэлым.

Спосабам павышэння эфектыўнасці праграмнага забеспячэння аўтаматызаваных сістэм дыспетчарскага кіравання (АСДК) з'яўляецца мадэрнізацыя КТК шляхам стварэння шматкарыстальніцкага імітацыйнага навучальнага асяроддзя, адэкватнага шматузроўневаму дыспетчарскаму кіраванню з выкарыстаннем шматузроўневых размеркавальных трэнажорных комплексаў.

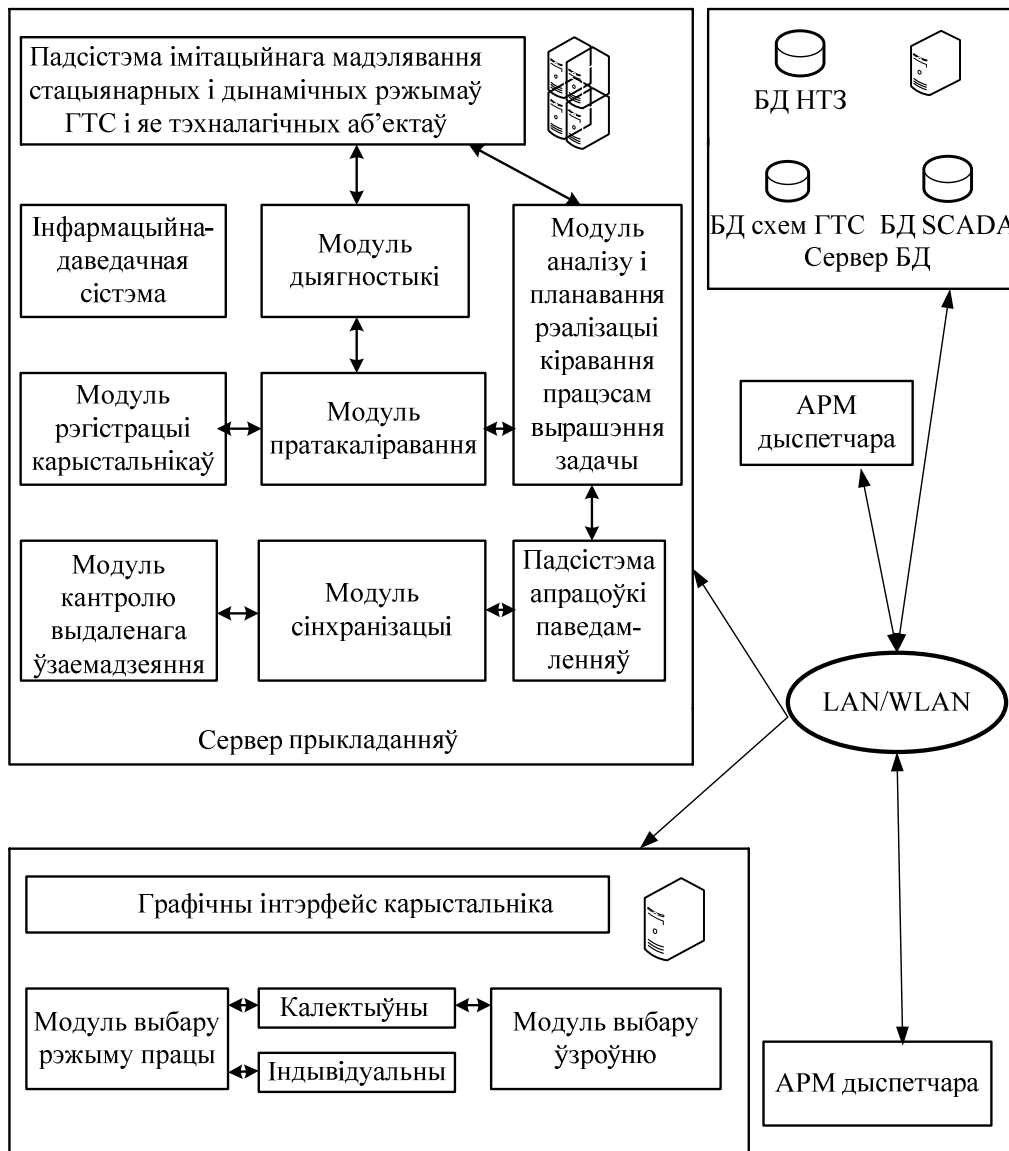
Функцыя такіх трэнажораў – забяспечваць імітацыю інфармацыйнага і інтэрактыўнага ўзаемадзеяння паміж персанальнымі дыспетчарскімі трэнажорамі, усталяванымі ў ВДС розных узроўняў дыспетчарскага кіравання.

Архітэктурна пабудовы шматузроўневага размеркавальнага камп'ютэрнага трэнажорнага комплексу прадстаўлена на мал. 4.14. У аснову яго пабудовы пакладзены аб'ектна-арыентаваны падыход з модульнай арганізацыяй падсістэм, а вылічальную аснову складае сервернае імітацыйнае асяроддзе мадэлявання, якое дазваляе:

- ажыццяўляць мадэляванне газатранспартнай сістэмы прадпрыемства;
- атрымліваць даныя з базы даных SCADA-сістэм розных прадпрыемстваў;
- ствараць вучэбна-трэніровачныя задачы (ВТЗ) для індывідуальнага і калектыўнага навучання з улікам спецыфікі схемы ГТС пэўнай ВДС.

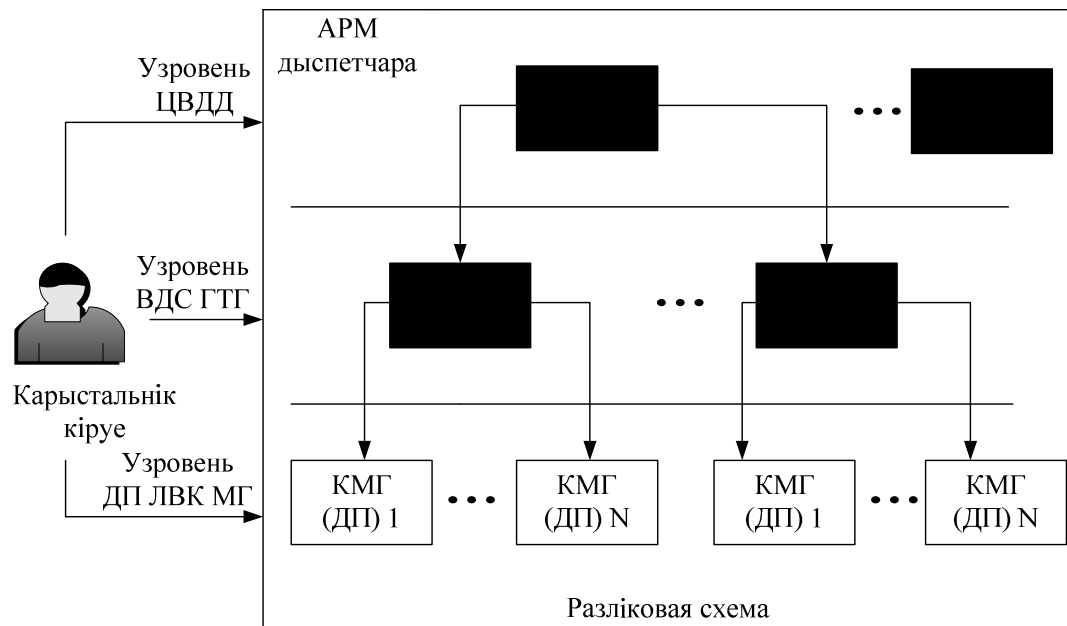
Для імітацыі працэсу шматузроўневага дыспетчарскага кіравання прадугледжана работа дыспетчара ў наступных рэжымах.

Аднакарыстальніцкі (індывідуальны) рэжым. Трэнажор уста-наўліваецца на адной з рабочых станцый і з'яўляецца цалкам аўтаном-ным. База даных ВТЗ утрымлівае даныя для пэўнай ГТС і дазваляе на працягу аднаго сеансу работы праводзіць падрыхтоўку толькі аднаго дыспетчара.



Мал. 4.14. Архітэктара шматузроўневага трэнажорнага комплексу

У гэтым рэжыме карыстальнік можа манапольна кіраваць аб'екта-мі разліковай схемы на любым з узроўняў іерархічнай структуры дыс-петчарскага кіравання (мал. 4.15).



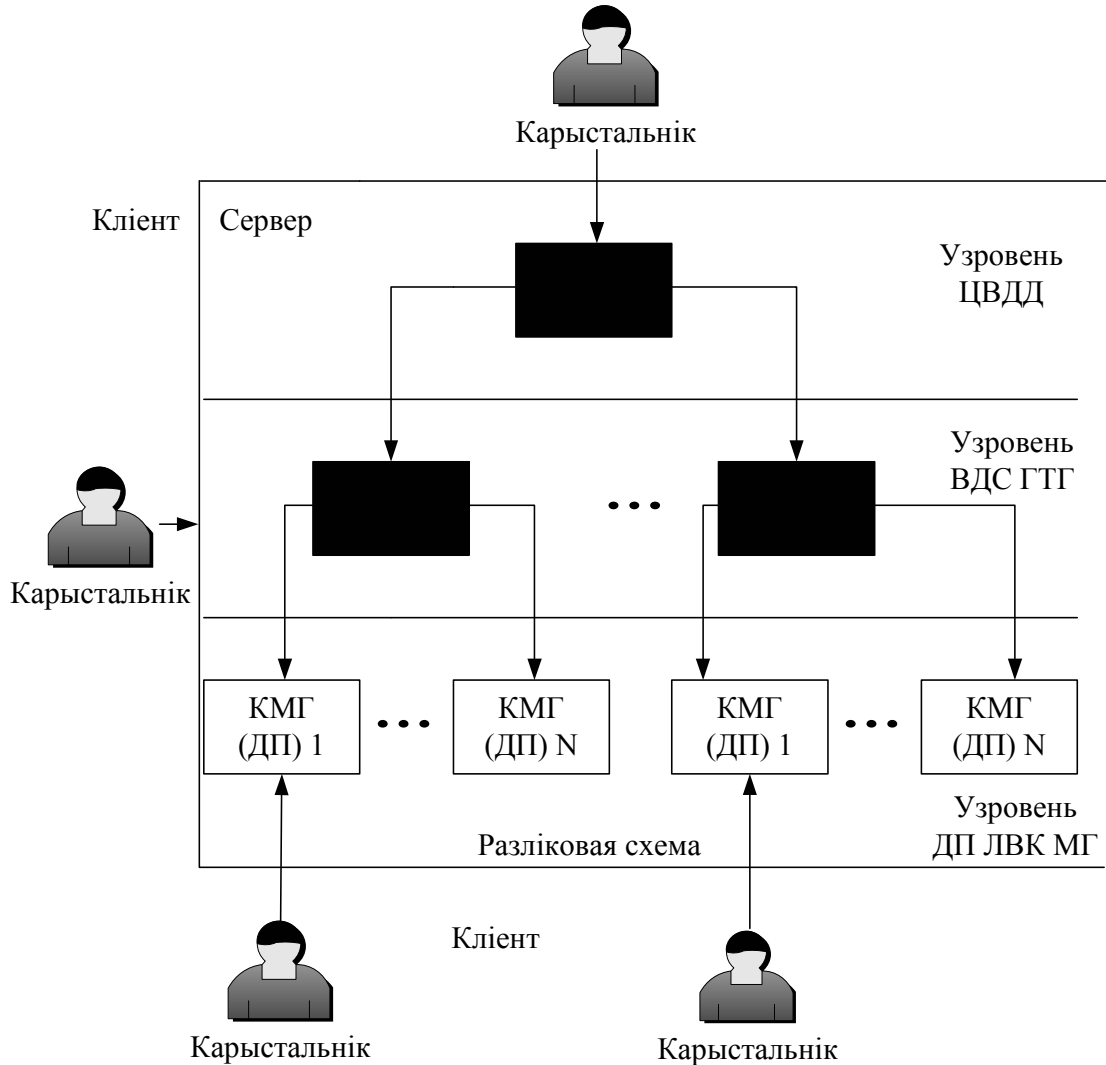
Мал. 4.15. Манапольнае шматузроўневае кіраванне аб'ектамі

Сеткавы (калектыўны) рэжым. Рабочыя станцыі размяшчаюцца ў дысплейным класе, аб'яднаным лакальнай вылічальнай сеткай. На серверы прыкладанняў усталяваецца поўнафункцыянальны дыспетчарскі трэнажор, на рабочых станцыях – модулі графічнага інтэрфейса карыстальніка і лакальныя базы даных. Праца кожнага дыспетчара аўтаномная, і пры выкананні ВТЗ не прадугледжваецца ўзаемадзеяння з іншымі дыспетчарамі. У гэтым рэжыме карыстальніку даступны розныя разліковыя схемы і пашыраны набор вучэбна-трэніровачных задач.

Размеркаваны шматузроўневы рэжым. Выкарыстоўваюцца як лакальныя, так і тэрытарыяльна размеркаваныя вылічальныя сеткі. Рабочыя станцыі трэнажора размяшчаюцца на АРМ у розных дыспетчарскіх службах і злучаюцца з серверам трэнажора выдаленымі каналамі сувязі. У гэтым рэжыме сервер размеркаванай трэнажорнай сістэмы можа цалкам браць на сябе вылічальныя (разліковыя) функцыі – у гэтым выпадку рабочыя станцыі забяспечваюць функцыі графічнага інтэрфейса карыстальніка.

У другім варыянце разліковыя функцыі размяркоўваюцца па працоўных станцыях трэнажорнай сістэмы, а сервер забяспечвае сінхранізацыю ўсіх інфармацыйных патокаў. Размеркаваныя шматузроўневыя трэнажорныя сістэмы закліканы забяспечваць інфармацыйнае і інтэрактыўнае ўзаемадзеянне паміж індывідуальнымі дыспетчарскімі трэнажорамі, усталяванымі ў ВДС розных узроўняў дыспетчарскага кіравання (мал. 4.16).

Важным паказчыкам вынікаў работы навучэнцаў як у індывідуальным рэжыме, так і са шматузроўневым трэнажорным комплексам, з'яўляецца ацэнка вынікаў выканання ВТЗ. Ацэнка дзейнасці ўдзельнікаў складаецца не толькі з індывідуальных паказчыкаў дзейнасці кожнага ўдзельніка, але таксама з групавых і экспертных ацэнак калектыўнага рашэння па кіраванні аб'ектамі газатранспартнай сістэмы.



Мал. 4.16. Шматузроўневае калектыўнае кіраванне

Ацэнка вынікаў калектыўнага навучання ажыццяўляецца па шэрагу найбольш важных аспектаў дзейнасці навучэнцаў:

– эфектыўнасць сфарміраванага ўдзельнікамі рашэння (падача рашэнняў да зададзенага тэрміну, кіраванне ў аварыйных і няштатных сітуацыях, паводле рэгламенту, улік тэхналагічных абмежаванняў, наяўнасць памылак і іх колькасць);

– міжгрупавое ўзаемадзеянне падчас рашэнняў задачы (хуткасць прыняцця рашэнняў, аргументаванасць пры абароне сваіх рашэнняў навучэнцамі, узгадненне абагульненага рашэння, міжасобасныя зносіны ўдзельнікаў навучання);

– узаемадзеянне ўдзельнікаў работы ўнутры груп (актыўнасць кожнага з навучэнцаў і яго ўклад у агульны вынік);

– асабістыя якасці навучэнцаў, якія немагчыма фармалізаваць (эрудзіраванасць, прынцыповасць, уменне аргументаваць і адстойваць рашэнне, сумленнасць і інш.).

4.4.4. Аўтаматызаванае дыспетчарскае кіраванне рэактыфікацыйнай калонай перапрацоўкі нафты

Працэс перапрацоўкі нафты ў калоне з'яўляецца галоўным у ланцужку тэхналагічных працэсаў нафтаперапрацоўчых заводаў і адносіцца да ліку складаных тэхналагічных працэсаў, якія характарызуюцца бесперапыннасцю праходжання масаабменных працэсаў, вялікай колькасцю звязаных паміж сабой тэхналагічных параметраў, вялікай адзінкавай магутнасцю. Кіраванне для дыспетчара-тэхнолага ўяўляе складаную працаёмкую задачу, што прыводзіць да разнастайных тактык ручнога кіравання і зніжае эфектыўнасць працэсу.

Для павышэння эфектыўнасці працэсу, звязанага з павелічэннем выхаду светлых нафтапрадуктаў, неабходна кіраванне ім па аптымальным алгарытме з выкарыстаннем матэматычнай мадэлі працэсу і вылічальнай тэхнікі. Гэта таксама выклікана павышанымі патрабаваннямі да стабілізацыі якасці атрымліваемых у калоне фракцый, зменаі колькасці, якасці і тэмпературы сыравіны, падаваемай у калону, а таксама неабходнасцю аператыўнага вырашэння задач па кіраванні калоннай пры змене планавых заданняў на наменклатуру атрымліваемых у калоне К-102 МНПЗ вырабаў паліва і велічынь адбору фракцый.

Алгарытм аптымізацыі статычных рэжымаў работы калоны К-102, распрацаваны інжынерам Ліхавіцкім В. В., дазваляе кіраваць работай калоны ў двух рэжымах:

– пры максімізацыі выхаду адной з фракцый (180–230) пры абмежаванні на выходы астатніх фракцый і на паказчыкі якасці ўсіх фракцый;

– пры зададзеных планавых значэннях выхадаў усіх фракцый пры абмежаванні на іх паказчыкі якасці.

Рэалізацыя алгарытму ў рэжыме парады аператару калоны К-102 патрабуе яго эфектыўнай работы пры перапрацоўцы нафты, пастаў-

ляемай з розных радовішчаў (Заходнесібірскага радовішча; радовішчаў Рэспублікі Беларусь), якія маюць розныя ўласцівасці, а таксама пры розных наменклатурах мэтавых прадуктаў (асвятляльная газа, рэактыўнае паліва, дызельнае паліва летняе, дызельнае паліва зімовае).

У адпаведнасці з тэхналагічнымі мэтамі вядзення працэсу ў калоне з мэтай аптымізацыі яго рэжымаў прадугледжаны два варыянты.

1-ы варыянт. Матэматычная пастаноўка задачы аптымізацыі фармулюецца наступным чынам:

$$\begin{aligned} W_2 &= f_2(x, v) \rightarrow \max, \\ W_i &\leq W_1(x, v) \leq W_i (i=1,3), \\ T_i &\leq T_1(x, v) \leq T_i (i=1,2,3), \\ U_j &\leq U_j < U_j (j=1,2, \dots, 10), \\ X &= (F, f) = X_{\text{зад}}, \end{aligned} \quad (4.1)$$

дзе W_1, W_2, W_3 – расходы фракцый адпаведна 140–180°, 180–230°C, 230°–360°C; T_1, T_2, T_3 – тэмпературы выкіпання 98% адпаведна фракцый 140–180°, 180–230°C і 50% фракцыі 230–360°C; $U_j(F_n, F_0, S_1, S_2, S_3, t_1, t_2, t_3, t_n)$ – вектар кіруючых параметраў, пры F – расход пары; F_0 – расход вострага арашэння; S_1 – расход верхняга цыркуляцыйнага арашэння (ЦА); S_2 – расход 1-га ЦА; S_3 – расход 2-га ЦА; P – ціск у калоне; t_1 – тэмпература верху калоны; t_2, t_3 – тэмпература 1-га, 2-га ЦА у калону адпаведна; t_n – тэмпература нізу калоны; $X(F, t_f)$ – вектар уваходных параметраў (F_n – расход адбензіненай нафты, t_f – тэмпература нафты).

Лінія ўнізе параметра (напрыклад, W_1) азначае яго ніжняе (мінімальнае) значэнне, лінія зверху параметра – верхняе (максімальнае) значэнне ў дыяпазоне змены параметра.

Пры гэтым велічыні абмежаванняў на выхадныя зменныя (T_i) і кіруючыя ўздзеянні могуць змяняцца ў адпаведнасці з тэхналагічнымі патрабаваннямі вядзення працэсу.

Задача аптымізацыі статычных рэжымаў калоны зводзіцца да наступнага: пры зададзеным значэнні вектара ўваходных параметраў $X(F, t_f)$ – вызначыць максімум выхаду фракцыі 180–230°C (W_2) пры выкананні зададзеных абмежаванняў на расход фракцый 140–180° (W_1), 230–360° (W_3) і тэмпературы выкіпання 98% фракцый 140–180° (T_1), 180°–230° (T_2), выкіпання 50% (96%) фракцыі 230–360° (T_3).

Рашэнне задачы аптымізацыі ў гэтым выпадку атрымліваецца ў выглядзе залежнасці кіруючых параметраў працэсу U ад уваходных параметраў X

$$U_{\text{опт}} = U(X). \quad (4.2)$$

2-і варыянт. Матэматычная пастаноўка задачы аптымізацыі фармулюецца наступным чынам:

$$\begin{aligned} X(F, f) &= X_{\text{зад}}, \\ W_i &= W_{i,\text{зад}} \quad (i = 1, 2, 3), \\ T_i &\leq T_i(X, U) \leq T_i \quad (i = 1, 2, 3), \\ U_i &\leq U_j \leq U_j \quad (j = 1, 2, \dots, 10). \end{aligned} \quad (4.3)$$

У дадзеным варыянце задача аптымізацыі статычных рэжымаў работы калоны К-102 зводзіцца пры зададзеным значэнні вектара $X(F, f)$ да рэалізацыі зададзеных значэнняў выдаткаў усіх фракцый W_1, W_2, W_3 пры выкананні зададзеных абмежаванняў на зададзеныя паказчыкі: тэмпературы выкіпання 98% фракцый $T_1 = 140\text{--}180^\circ\text{C}$, і $T_2 = 180\text{--}230^\circ\text{C}$, і 50% (96%) фракцыі пры $230\text{--}300^\circ\text{C}$. Акрамя таго, накладваюцца пазіцыйныя абмежаванні на ўсе кіруючыя ўздзеянні $U_j (j = 1, 2, \dots, 10)$.

Рашэнне задачы аптымізацыі ў дадзеным выпадку атрымліваецца ў выглядзе залежнасці

$$U_{\text{опт}} = \bar{U}(X, W_1, W_2, W_3). \quad (4.4)$$

Матэматычная мадэль для аптымальнага рэжыму працы калоны К-102 па першым варыянце выгляду (4.1) выкарыстоўвае даныя аб тэхналагічных параметрах працэсу, прычым інтэрвал часу паміж вымярэннямі ўваходных (у тым ліку і кіраўнікоў) і выхадных параметраў з улікам часу запазнення прыняты роўным 2 гадз. Па гэтых даных для ўсіх параметраў працэсу разлічваюцца статыстычныя характарыстыкі – матэматычнае чаканне (сярэдняе значэнне) \bar{X}_i , дысперсія S_{xi} , сярэдняе квадратычнае адхіленне σ_{xi} , каэфіцыент варыяцыі V_{xi} .

Статыстычная мадэль працэсу ў калоне заснавана на ўраўненні рэгрэсіі. Бо параметры працэсу шматкампанентнай рэактыфікацыі знаходзяцца ў складанай нелінейнай залежнасці адзін ад аднаго, а таксама з прычыны значнай колькасці ўваходных (X_i) і кіруючых параметраў (U_j) ужыта парабалічная залежнасць 2-га парадку.

Для ўсіх выхадных параметраў $Y_i(T_1, T_2, T_3, W_1, W_2, W_3)$ ураўненне рэгрэсіі ўвогуле мае наступны выгляд:

$$\begin{aligned} Y_k &= b_{i0} + b_{i1}F + b_{i2}F_0 + b_{i3}S_1 + b_{i4}S_2 + b_{i5}S_3 + b_{i6}F_P + b_{i7}P + b_{i8}t_1 + \\ &+ b_{i9}t_2 + b_{i10}t_3 + b_{i11}t_n + b_{i12}t_f + b_{i13}F^2 + b_{i14}F_0^2 + b_{i15}S_1^2 + b_{i16}S_2^2 + \\ &b_{i17}S_3^2 + b_{i18}F_P^2 + b_{i19}P^2 + b_{i20}t_1^2 + b_{i21}t_2^2 + b_{i22}t_3^2 + b_{i23}t_n^2 + b_{i24}t_f^2. \end{aligned} \quad (4.5)$$

З улікам прынятай формы ўраўнення рэгрэсіі (4.5) па метадзе найменшых квадратаў для ўсіх выхадных параметраў працэсу Y_k разлічваюцца каэфіцыенты ўраўнення рэгрэсіі.

Адзнака адэкватнасці атрыманага ўраўнення праводзіцца па суадносіне

$$F_p \geq F_T(g, f_1 / f_2), \quad (4.6)$$

дзе F_p – разліковы паказчык (разліковае значэнне крытэрыю Фішэра). $F_T(g, f_1 / f_2)$ – таблічнае значэнне крытэрыю Фішэра пры ўзроўні значнасці $g = 0,05$ і ліку ступеней свабоды $f_1 = N - n - 1$ і $f_2 = N - 1$.

$$F_p = \frac{S^2}{S_{\text{ост}}^2}, \quad (4.7)$$

дзе S^2 – дысперсія выхаднога параметра, $S_{\text{ост}}^2$ – рэшткавая дысперсія выхаднога параметра.

У якасці інтэрвалу абмежаванняў па кожным выхадным параметры ($T_1, T_2, T_3, W_1, W_2, W_3$) і некаторых кіруючых уздзеяннях (F_n, t_1, t_2, t_3, t_n) як найбольш рэальныя для дыяпазону змены расходу адбензіненай нафты прыняты абмежаванні па i -м параметры ў дыяпазоне

$$M(x_i) - \sigma_{x_i} \leq x_i \leq M(x_i) + \sigma_{x_i}, \quad (4.8)$$

дзе $M(X_i)$ – сярэдняе значэнне параметра X_i ; σ_{x_i} – сярэдняе квадратычнае адхіленне X_i .

Пры азначэнні інтэрвалу абмежаванняў на такія кіруючыя ўздзеянні як расход усіх арашэнняў (F_0, S_1, S_2, S_3), якія істотна ўплываюць на вынікі разлікаў, прыняты наступныя суадносіны:

$$\widehat{S}_i - \sigma_{S_i} \leq S_i \leq \widehat{S}_i + \sigma_{S_i} \quad (i = 0, 1, 2, 3), \quad (4.9)$$

дзе \widehat{S}_i – разлічанае па ўраўненні рэгрэсіі выгляду

$$S_i = a_{i0} + a_{i1}F \quad (4.10)$$

значэнне, якое адпавядае выдатку i -га арашэння пры зададзеным выдатку атбензіненой нафты F .

Матэматычная мадэль для аптымальнага рэжыму работы калоны К-102 па другім варыянце выгляду (4.1) выкарыстоўвае расход фракцый W_1, W_2, W_3 , якія з'яўляюцца кіруючымі параметрамі. Таму для ўсіх выхадных параметраў T_1, T_2, T_3 нелінейнае ўраўненне рэгрэсіі ўвогуле мае наступны выраз:

$$\begin{aligned}
Y_i = & b_{i0} + b_{i1}F + b_{i2}F_0 + b_{i3}S_1 + b_{i4}S_2 + b_{i5}S_3 + b_{i6}F_P + b_{i7}P + b_{i8}t_1 + \\
& + b_{i9}t_2 + b_{i10}t_3 + b_{i11}t_n + b_{i12}t_f + b_{i13}W_1 + b_{i14}W_2 + b_{i15}W_3 + b_{i16}F^2 + \\
& + b_{i17}F_0^2 + b_{i18}S_1^2 + b_{i19}S_2^2 + b_{i20}S_3^2 + b_{i21}F_P^2 + b_{i22}P^2 + b_{i23}t_1^2 + b_{i24}t_2^2 + \\
& + b_{i25}t_3^2 + b_{i26}t_n^2 + b_{i27}t_f^2 + b_{i28}W_1^2 + b_{i29}W_2^2 + b_{i30}W_3^2.
\end{aligned} \tag{4.11}$$

З улікам прынятай формы ўраўненняў рэгрэсіі (4.11) з выкарыстаннем статыстычных даных аб тэхналагічных параметрах працэсу для ўсіх выхадных параметраў працэсу (T_1, T_2, T_3) разлічваюцца каэфіцыенты ўраўненняў рэгрэсіі і значэнні разліковага паказчыку F_P .

Рэжым парады аператару рэалізаваны ў выглядзе праграмы «Аптымізацыя», уяўляе сабой сродак для правядзення разлікаў аптымальных рэжымаў работы калоны з выкарыстаннем 2-х варыянтаў алгарытмаў аптымізацыі для ўсіх рэжымаў работы па відах сыравіны і наменклатуры атрымліваемай прадукцыі ў паказаных інтэрвалах расходу і тэмпературы адбензіненай нафты.

Пры правядзенні разлікаў па праграме спачатку разлічваюцца і адлюстроўваюцца ў рэдагуемых палях велічыні абмежаванняў (мінімальныя і максімальныя значэнні) кіраўнікоў U_j і выхадных параметраў Y_k , разлічаныя па формулах (4.8) і (4.9).

Ёсць таксама магчымасць падстаноўкі ў якасці велічынь абмежаванняў паказаных параметраў любых іншых значэнняў у адпаведнасці з тэхнічнай мэтай працэсу.

Вынікам працы праграмы з'яўляецца разлік і адлюстраванне лічбавых значэнняў, якім адпавядае поле аптымальных значэнняў усіх кіруючых параметраў і адпаведных ім велічынь расходаў фракцый і іх якасных паказчыкаў. Гэтыя даныя з'яўляюцца рэкамендацыяй аператару для кіравання працэсам у калоне пры адпаведным варыянце працы пры зададзенай нагрузцы па сыравіне.

Для разліку аптымальных рэжымаў калоны К-102 па першым варыянце алгарытму аптымізацыі запускаецца праграма, і на экране з'яўляецца акно (з загаловам «Аптымізацыя») (мал. 4.17).

У левай палове акна знаходзяцца назвы параметраў, правей за кожны з іх размешчаны два полі ўводу значэнняў іх інтэрвалаў абмежаванняў. Злева ад кожнага наймення параметра знаходзіцца пераключальнік для выбару рэжыму ўводу інтэрвалаў абмежаванняў у ручным рэжыме. У пачатку лічбавыя значэнні ўсіх параметраў роўныя 0. Супраць назваў «Расход адбензіненай нафты» і «Тэмпература адбензіненай нафты» знаходзіцца адпаведнае поле ўводу пэўных значэнняў гэтых параметраў.

Оптимизация

Расход отбензиненной нефти (792 - 949)

Температура отбензиненной нефти (331 - 346)

<input type="checkbox"/> Расход острого орошения	0	<input type="text" value="55,9"/>	<input type="text" value="76,2"/>
<input type="checkbox"/> Расход верхнего ЦО	0	<input type="text" value="147,0"/>	<input type="text" value="204,0"/>
<input type="checkbox"/> Расход 1-го ЦО	0	<input type="text" value="327,0"/>	<input type="text" value="384,0"/>
<input type="checkbox"/> Расход 2-го ЦО	0	<input type="text" value="363,0"/>	<input type="text" value="407,0"/>
<input type="checkbox"/> Расход пара	0	<input type="text" value="7,86"/>	<input type="text" value="9,27"/>
<input type="checkbox"/> Давление пара	0	<input type="text" value="0,766"/>	<input type="text" value="0,817"/>
<input type="checkbox"/> Температура верха	0	<input type="text" value="112,1"/>	<input type="text" value="114,1"/>
<input type="checkbox"/> Температура 1ЦО в К-102	0	<input type="text" value="89,1"/>	<input type="text" value="98,6"/>
<input type="checkbox"/> Температура 2ЦО в К-102	0	<input type="text" value="92,3"/>	<input type="text" value="97,9"/>
<input type="checkbox"/> Температура низа	0	<input type="text" value="328,1"/>	<input type="text" value="334,2"/>
Выход фракции 140-180С (21,4 - 44,7) м3/ч	0	<input type="text" value="21,4"/>	<input type="text" value="44,7"/>
Выход фракции 180-230С	0		
Выход фракции 230-360С (183,4 - 224,2) м3/ч	0	<input type="text" value="183,4"/>	<input type="text" value="224,2"/>
Температура 98% ТК фракции 140-180С	0	<input type="text" value="168,2"/>	<input type="text" value="176,4"/>
Температура 98% ТК фракции 180-230С	0	<input type="text" value="232,0"/>	<input type="text" value="247,4"/>
Температура 96% ТК (5-114/4)	0	<input type="text" value="357,2"/>	<input type="text" value="367,9"/>

Вид нефти
 Западносибирская нефть
 Белорусская нефть

Получаемый продукт
 Осветительный керосин
 Реактивное топливо

Марка дизельного топлива
 Летнее дизельное топливо
 Зимнее дизельное топливо

Мал. 4.17. Акно праграмы «Аптымізацыя»

Параметр «Выход фракции 180–230°С» з’яўляецца разліковым аптымальным і не патрабуе папярэдняга задання.

Разлічаныя аптымальныя значэнні параметраў адлюстроўваюцца адваротна адпаведнаму параметру.

У правай частцы акна размешчаны кнопкі «Вылічыць» і «Закрыць». Кнопка «Вылічыць» дазваляе разлічыць аптымальны рэжым калоны. Кнопка «Закрыць» закрывае акно праграмы.

У правай частцы акна ёсць таксама пераключальнікі віду задаваемай сыравіны «Від нафты», наменклатуры атрымліваемага прадуктаў «Атрымліваемы прадукт» і «Марка дызельнага паліва», а таксама поле, якое адлюстроўвае ход выканання разліку.

Пры запуску праграмы зададзены па змаўчанні «Від нафты» – Заходнесібірская нафта, «Атрымліваемы прадукт» – Асвятляльная газа і «Марка дызельнага паліва» – Летняе дызельнае паліва.

Супраць (правей) параметраў «Расход адбензіненай нафты» і «Тэмпература адбензіненай нафты» адлюстроўваюцца дыяпазоны змены гэтых параметраў (у дужках) і іх сярэднія значэнні (у палях).

У ячэйках супраць астатніх параметраў адлюстроўваюцца вылічаныя па формулах (4.8) і (4.9) інтэрвалы абмежаванняў пры сярэднім расходзе нафты. Разліковае поле запоўнена нулямі.

Пры націсканні кнопкі «Вылічыць» адбываецца вылічальны працэс з адлюстраваннем адпаведнага поля і на разліковым полі супраць кожнага параметра яго разліковых аптымальных значэнняў.

Выбар варыянта работы калоны па відзе нафты і наменклатуры атрымліваемых прадуктаў праводзіцца шляхам пераключэння адпаведнага паказальніка з дапамогай курсора мышы.

Пасля выбару варыянта супраць параметраў «Расход адбензіненай нафты» і «Тэмпература адбензіненай нафты» адлюстроўваюцца дыяпазоны змены параметраў, у рамках якіх можа выконвацца аптымізацыя працэсу ў калоне.

Заданне ў адпаведных рэдагуемых палях «Расход адбензіненай нафты» і «Тэмпература адбензіненай нафты» і націсканне кнопкі «Вылічыць» паўтарае вышэйпрыведзеную працэдуру разлікаў і адлюстраванняў спачатку інтэрвалаў абмежаванняў, а затым і аптымальнага рэжыму работы калоны. Калі пры ўводзе ў ручным рэжыме значэнне мінімуму меншае за мінімальнае значэнне альбо большае за максімальнае і значэнне максімуму большае за максімальнае, то пры націсканні кнопкі «Вылічыць» рэдагуемае поле запоўніцца значэннем па змаўчанні.

Для разліку аптымальных рэжымаў калоны К-102 па другім варыянце алгарытму аптымізацыі запускаецца праграма, і на экране з'яўляецца акно з загаловак «Аптымізацыя» (Алгарытм 2) (мал. 4.18).

Параметр	Значэнне	Мінімум	Максімум
Расход отбензиненной нефти (796 - 949)	873		
Температура отбензиненной нефти (341 - 346)	344		
Расход острого орошения	0	55,8	76,1
Расход верхнего ЦО	0	149,0	205,0
Расход 1-го ЦО	0	327,0	384,0
Расход 2-го ЦО	0	363,0	407,0
Расход пара	0	7,88	9,29
Давление пара	0	0,766	0,817
Температура верха	0	112,1	114,1
Температура 1ЦО в К-102	0	89,1	98,6
Температура 2ЦО в К-102	0	92,3	97,9
Температура низа	0	328,1	334,2
Выход фракции 140-180С (21,7 - 44,9) м3/ч		33,3	
Выход фракции 180-230С (148,9 - 159,8) м3/ч		154,4	
Выход фракции 230-360С (182,1 - 223,0) м3/ч		202,5	
Температура 98% ТК фракции 140-180С	0	168,2	176,4
Температура 98% ТК фракции 180-230С	0	232,0	247,4
Температура 96% ТК (5-114/4)	0	357,2	367,9

Вид нефти:
 Западносибирская нефть
 Белорусская нефть

Получаемый продукт:
 Осветительный керосин
 Реактивное топливо

Марка дизельного топлива:
 Летнее дизельное топливо
 Зимнее дизельное топливо

Мал. 4.18. Акно праграмы «Аптымізацыя» (Алгарытм 2)

Структура окна такая, як і на мал. 4.17. Ніжэй назваў уваходных параметраў размешчаны расходы трох фракцый з указаннем дыяпазонаў іх змен. Правей кожнага з іх знаходзіцца рэдагуемае поле для ўводу лікавага значэння. У адпаведных рэдагуемых палях задаюцца велічыні расхода адбензіненай нафты і яе тэмпературы. У выніку адбываецца разлік усіх дыяпазонаў абмежаванняў усіх параметраў, якія адлюстроўваюцца ў адпаведных рэдагуемых палях, а для выхадаў фракцый – у дужках супраць (правей) назваў гэтых выхадаў.

У адпаведнасці з тэхналагічнай мэтай вядзення працэсу з зоны абмежаванняў на выходы фракцый задаюцца іх пэўныя значэнні для кожнай фракцыі, якія адлюстроўваюцца ў адпаведных рэдагуемых палях.

Націсканнем кнопкі «Вылічыць» запускаецца праграма вылічэнняў і іх вынікі адлюстроўваюцца на разліковым полі супраць кожнага параметра працэсу. Кнопкай «Закрыць» закрываецца акно праграмы.

4.4.5. АРМ дыспетчара энергаблока цеплаэлектрастанцыі

4.4.5.1. Прызначэнне, функцыі і склад

АРМ дыспетчара энергаблока цеплаэлектрастанцыі прызначана для рэалізацыі наступных функцый:

- запуск тэхналагічных задач у зададзены час з вызначанай цыклічнасцю;
- вядзенне нарматыўна-даведачнай інфармацыі;
- адлюстраванне вынікаў працы тэхналагічных задач у таблічным і графічным выглядзе ў рэальным часе;
- запуск тэхналагічных задач па архіўных даных;
- адлюстраванне вынікаў працы тэхналагічных задач у таблічным выглядзе па архіўных даных;
- захаванне выхадных формаў у выглядзе файлаў у фармаце Excel.

Праграмнае забеспячэнне АРМ дыспетчара энергаблока ўключае ў сабе:

- выконваемыя модулі тэхналагічных задач;
- праграму-дыспетчар DISP4.exe, якая выклікае гэтыя модулі на выкананне ў рэальным часе ў адпаведнасці з паслядоўнасцю і інтэрваламі выкліку, зададзенымі ў базе дыспетчара Basdis.mdb;
- базу даных дыспетчара Basdis.mdb, у якой утрымліваюцца даныя для выкліку задач і коды завяршэння задач;
- базу даных techno.mdb, якая ўтрымоўвае ўсю неабходную інфармацыю для работы задач, а таксама праграмнае забеспячэнне для вываду на экран і друкаванне выхадных формаў, справаздач і графікаў;

- базу даних technoHTML.mdb для стварэння выхадных формаў у фармаце HTML для перадачы на аператарскую станцыю;
- праграму доступу да аператыўных даних Client.exe;
- праграму счытвання файлаў з архіўнай станцыі і выкліку тэхналагічных задач для працы на гэтых даних ARC.exe.

Праграма Client.exe аператыўна абнаўляе аўтаматычна вымераную інфармацыю ў дваічных файлах: tsr01.dat, tsr15.dat, todd.dat (аналагавая інфармацыя, усярэдненая за 1, 15 хвіл і дыскрэтная аператыўная інфармацыя адпаведна).

Дыспетчар у зададзены час з вызначанай цыклічнасцю запуская тэхналагічныя задачы, якія на аснове аператыўных даних выконваюць разлікі і запісваюць вынікі:

- у базу даних тэхналагічных задач – techno.mdb;
- у Excel-файлы ў папкі EXC_TENNO і EXC_TENNO_A;
- у файлы разліковых аналагавых і дыскрэтных параметраў, перадаваемых на архіўную станцыю vvp_anl.dat і vvp_dsc.dat.

Інфармацыя для разліку тэхналагічных задач па архіўных даних пастаўляецца з дапамогай праграмы доступу да архіўных даних – ARC.exe.

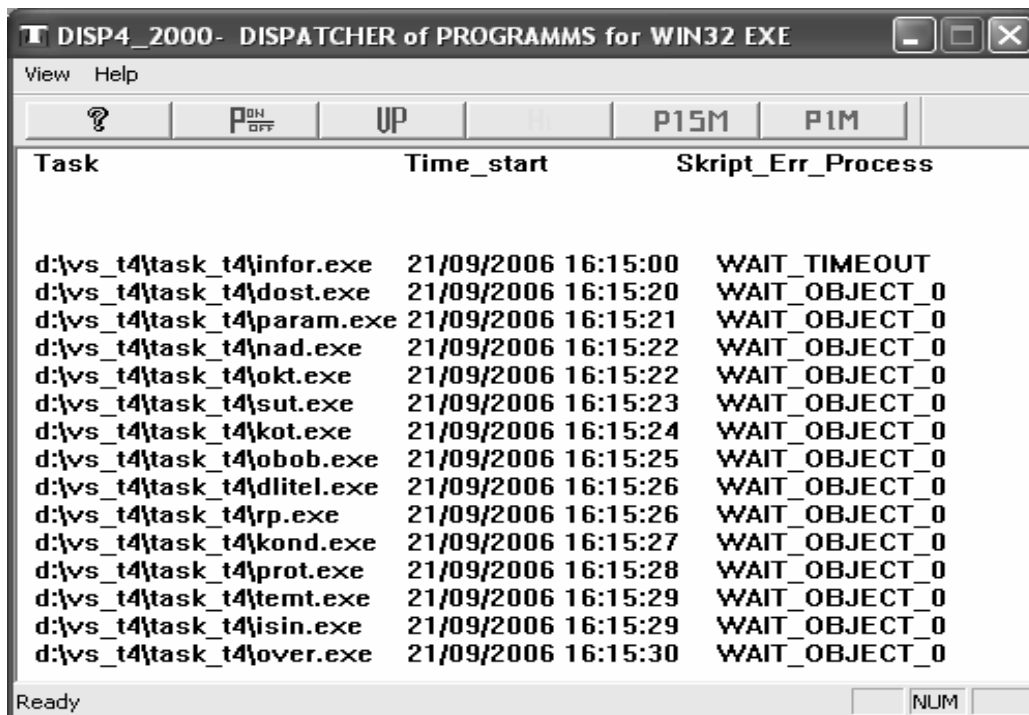
Вынікі працы тэхналагічных задач па архіўных даних у выглядзе выхадных формаў могуць быць атрыманы толькі пасля работы праграмы ARC.exe.

Карыстальнік можа:

- прагледзець і раздрукаваць выхадныя формы і графікі (за аператыўны інтэрвал і архівіраваныя на АРМ);
- адкарэктаваць (маючы правы доступу і пароль) нарматыўна-даведачную і інфармацыю, якая ўводзіцца ўручную;
- прагледзець і скапіраваць з АРМ файлы з выхаднымі формамі ў фармаце Excel;
- запусціць шэраг задач на архіўных даних і атрымаць вынікі ў выглядзе выхадных формаў на АРМ і формаў у фармаце Excel;
- прагледзець і раздрукаваць графікі змены разліковых параметраў на архіўнай станцыі;
- прагледзець шэраг выхадных формаў на аператарскай станцыі.

4.4.5.2. Дыспетчар тэхналагічных задач

Запуску дыспетчара папярэднічае этап стварэння і падрыхтоўкі базы даних дыспетчара. Дыспетчар выклікаецца ў рэжыме аўтазапуску пры загрузцы сістэмы. На мал. 4.19 прадстаўлена галоўнае акно дыспетчара.



Мал. 4.19. Галоўнае акно дыспетчара

Галоўнае акно складаецца з меню, панэлі функцыянальных кнопак і поля аператыўнага пратакола запуску задач.

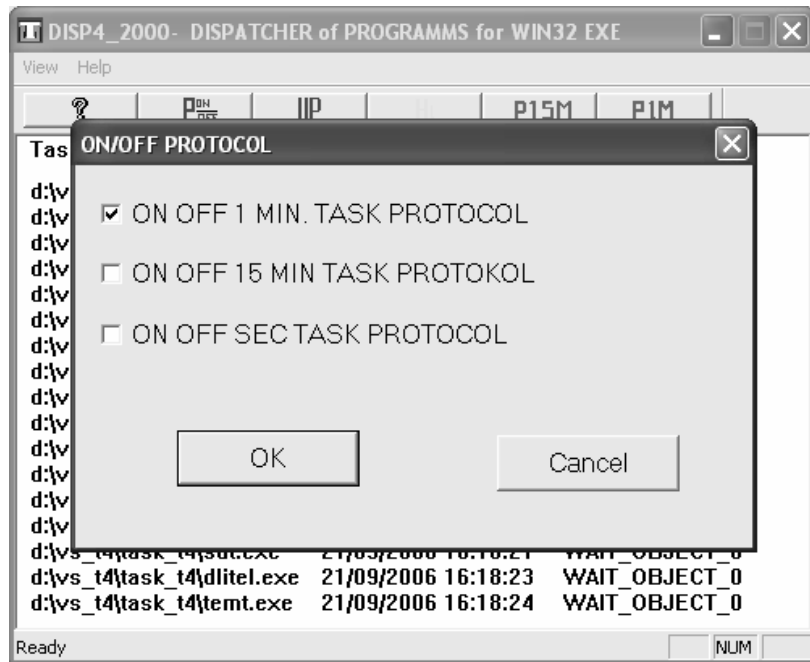
Меню складаецца з пунктаў View і Help. Пункт View дазваляе актывізаваць панэль функцыянальных кнопак і панэль стану. Пункт Help утрымлівае даведку па рабоце з дыспетчарам.

Панэль функцыянальных кнопак складаецца з кнопак: даведкі, P_{ON/OFF}; UP; HL; P15M; P1M.

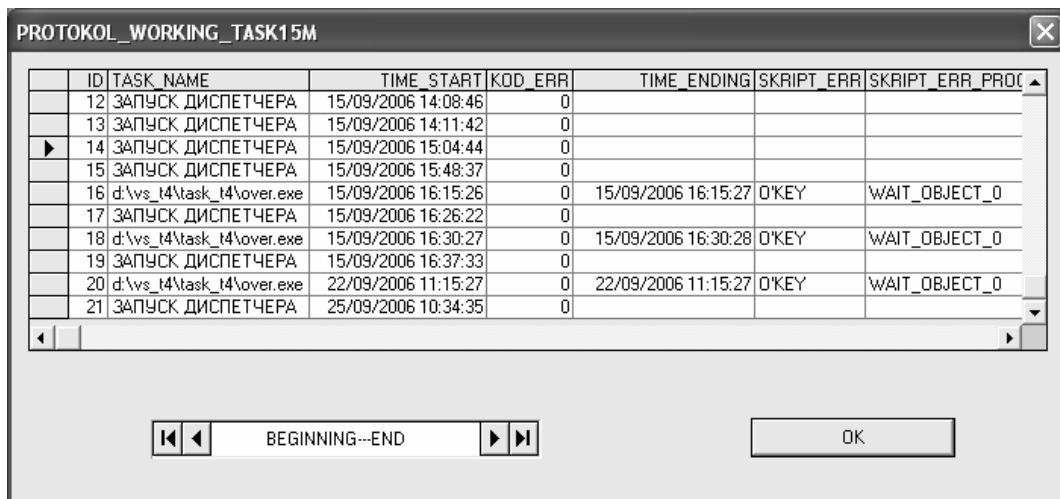
Пры націсканні кнопкі P_{ON/OFF} на экран выводзіцца панэль кіравання пратаколам (мал. 4.20), якая дазваляе з дапамогай сцяжкоў уключаць або адключаць вядзёны пратакол задач адпаведнага перыяду. Для ўключэння пратакаліравання неабходна ўстанавіць сцяжок для адпаведнай групы задач. Пры выхадзе задачы на памылковую сітуацыю запіс у табліцу пратакола ўсе роўна ажыццяўляецца, а пасля запуску дыспетчара пратакаліраванне не выконваецца.

Па кнопцы UP абнаўляюцца даныя з базы дыспетчара Basdis.mdb. Калі падчас работы дыспетчара праводзілася карэкціроўка базы дыспетчара, то неабходна выканаць дадзёную аперацыю. Змены ўступяць у сілу толькі пасля перазагрузкі даных з базы дыспетчара.

Па кнопцы HL выводзіцца даведка па рабоце з дыспетчарам. Па кнопках P15M і P1M на экран выводзяцца пратаколы 15-хвілінных (мал. 4.21) або 1-хвілінных задач адпаведна.



Мал. 4.20. Панэль кіравання пратаколам



Мал. 4.21. Пратакол 15-хвіліннай задачы

Для прагляду вынікаў працы тэхналагічных задач у выглядзе формаў і графікаў неабходна запусціць галоўнае акно «ТЭП_энергаблока» (мал. 4.22).

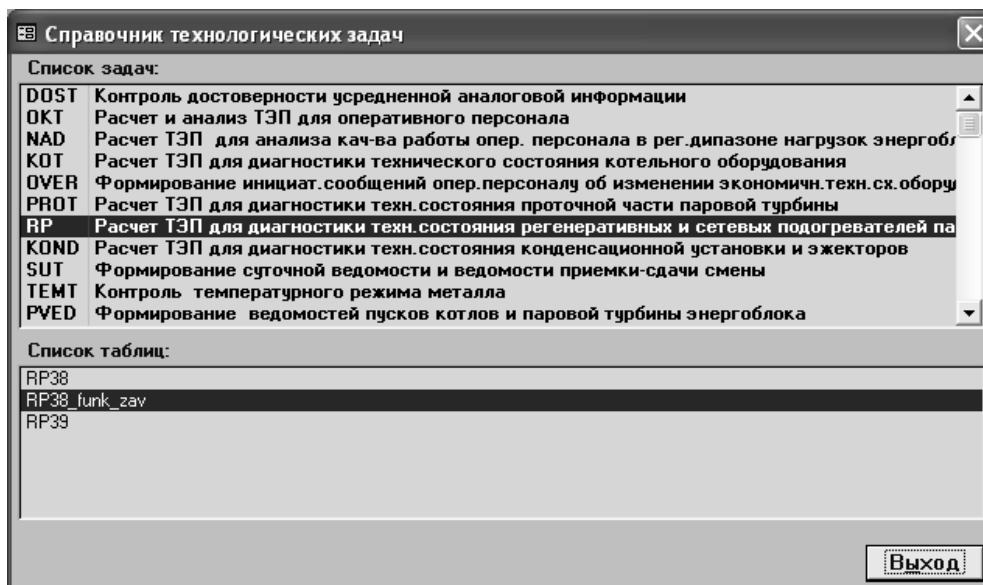
Галоўнае акно задачы ўтрымлівае шэраг функцыянальных кнопак: «Аб праграме», «НДІ задач» (НСИ – нормативно-справочная інфармацыя), «Формы», «Графікі», «НДІ. Графікі», «Увод інфармацыі ўручную», «Архівы», «Формы па архіўных даных», «Выход».

Выкананне дзеянняў па кнопках «НДІ задач», «НДІ. Графікі», «Увод інфармацыі ўручную» магчыма толькі пасля ўводу пароля.



Мал. 4.22. Галоўнае акно ТЭП энергаблока

Пры націсканні на кнопку «НСІ задач» з’явіцца акно «Даведнік тэхналагічных задач», якое складаецца з двух палёў (мал 4.23).



Мал. 4.23. НДІ задач

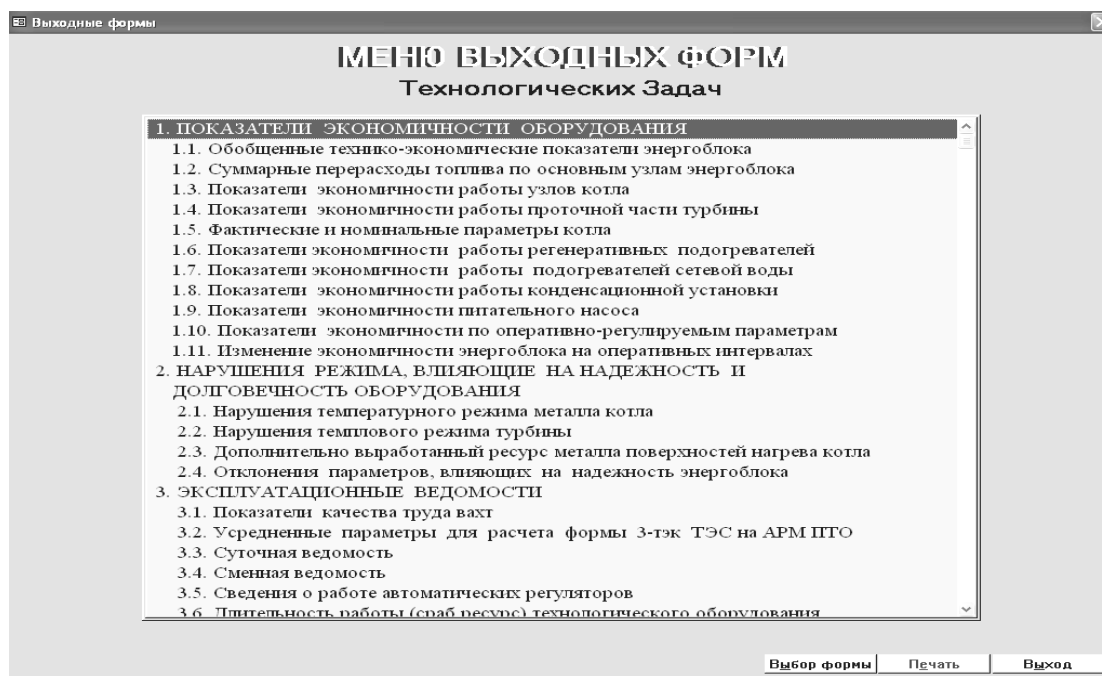
Верхняе поле «Спіс задач» утрымлівае пералік тэхналагічных задач, якія функцыяніруюць на вылічальнай станцыі. Ніжняе поле «Спіс табліц» адлюстроўвае спіс імёнаў табліц базы даных, якія ўтрымліваюць нарматыўна-даведачную інфармацыю па абранай задачы.

Любую таблицу базы данных, якая адносіцца да абранай задачы, можна адрэдагаваць, выклікаўшы яе на экран падвойным націсканнем левай клавiшы мышы па імені тaблiцы ў ніжнім полі (мал. 4.24).

ID	Наименование_величины_s2	Коэф_А	Коэф_В_s2	Коэф_С_s2	Наз
1	0 резерв	0	0	0	0 Поправка к Gн
2	1 Поправочный коэф на отклонение Т питат воды от номинально	2E-07	-0,00001	0,0024	1 "-"
3	2 Расход пара на Д	0	0	0	2 "-"
4	3 Номинальный расход тепла на паровую турбину	0	2,0743	4,7984	3 "-"
5	4 Поправка к Gном на отклонение Р св п перед турбиной(при Nпт	0,0008	-0,2538	19,465	4 "-"
6	5 Поправка к Gном на отклонение Т св п перед турбиной	0	-0,028	15,12	5 "-"
7	6 резерв	0	0	0	6 "-"
8	7 резерв	0	0	0	7 "-"
9	8 резерв	0	0	0	8 "-"
10	9 Поправка к Gном на отклонение потери давления в тракте ПП	0	0,0438	0	9 "-"
11	10 Поправка к номин G на откл-ние Нагрева воды в пит. Насосе	0	-0,1	0	10 Поправка к Gн
12	11 Поправка к номин G на откл-ние Недогрева пит воды в ПВД-В	0	0,014	0	11 Поправка к Gн
13	12 Поправка к номин G на откл-ние Недогрева пит воды в ПВД-В	0	0,03	0	12 Поправка к Gн
14	13 Поправка к номин G на откл-ние Недогрева осн конденсата в Г	0	0,016	0	13 Поправка к Gн
▶	(Сч	0	0	0	

Мал. 4.24. Фрагмент тaблiцы RP8_funk_zav задачи «Разлік ТЭП для дыягностыкі тэхнічнага стану рэгенератыўных і сеткавых падагрэвальнікаў паравой турбіны»

Пры націсканні кнопкі «Формы» на экране з’явіцца акно «Меню выхадных форм», у якім утрымліваецца спіс выхадных форм усіх тэхналагічных задач. Пры эксплуатацыі спіс можа быць зменены. Выгляд акна прадстаўлены на мал. 4.25.



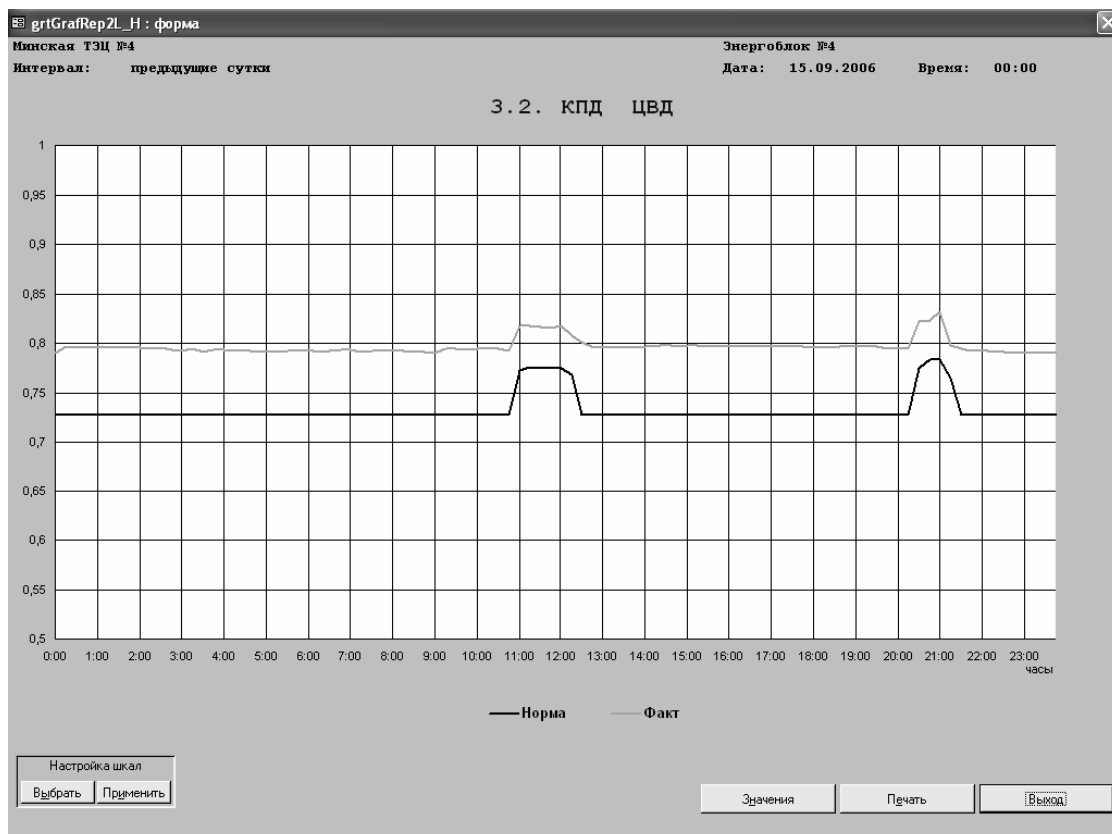
Мал. 4.25. Меню выхадных форм

Для виваду формы необходима пазначыць яе курсорам з дапамогай мышы або клавiш клавiятуры, а затым нацiснуць кнопку «Выбар формы» для виваду на экран або кнопку «Друк» для виваду на ўстройства для друку.

Пры нацiсканнi кнопкi «Графiкi» на экране з'явiцца акно «Меню графiкаў», у яким утрымлiваецца спіс графiкаў тэхналагiчных задач. Выгляд акна «Меню графiкаў» аналагiчны акну «Меню форм».

Акно забяспечана кнопкамі: «Вывад на экран» і «Выход» (для выхаду з акна). Для виваду графiка необходима пазначыць яго назву курсорам з дапамогай мышы або клавiш клавiятуры, а затым нацiснуць кнопку «Вывад на экран». Пасля нацiсканнiя кнопкi «Вывад на экран» магчыма з'яўленне акна з дадатковым меню, калi графiк мае розныя перыяды адлюстраваннiя.

Пры выбары са спісу патрэбнага варыянта і нацiсканнiя кнопкi «Выканаць» графiк выводзiцца на экран. Па кнопцы «Выход» ажыццяўляецца выхад у асноўнае «Меню графiкаў». Акно з выведзеным на экран графiкам (мал. 4.26) забяспечана кнопкамі: «Значэннi», «Друк» і «Выход» і боксам «Наладка шкал» з кнопкамі «Выбраць» і «Ужыць».



Мал. 4.26. Меню графiкаў

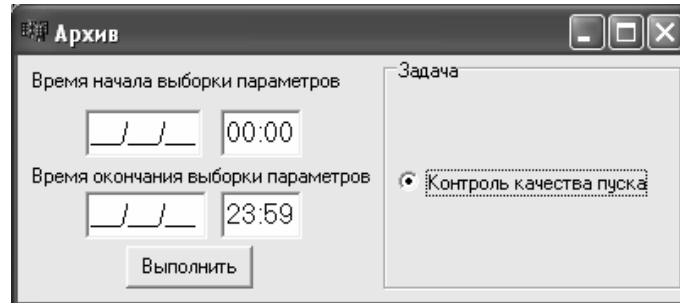
Па кнопцы «Выбраць» з'яўляюцца кнопкі на шкале, націснуўшы на якія можна змяніць верхнія або ніжнія межы шкал і пасля націскання кнопкі «Ужыць» межы шкал змяняцца. Па кнопцы «Значэнні» на графіку адлюстроўваюцца значэнні графікаў па восі «Y». Па кнопцы «Друк» графік выводзіцца на ўстройства для друку. Па кнопцы «Выход» ажыццяўляецца выход у папярэдняе меню.

Пры націсканні кнопкі «Увод інфармацыі ўручную» з'яўляецца акно «Інфармацыя, якая ўводзіцца ўручную». У гэтым акне ўтрымліваюцца велічыні, якія можна змяніць ўручную па патрабаванні тэхнолага.

Змены, якія адбываюцца ў табліцы, заносзяцца ў архіў. Архіў можна прагледзець, націснуўшы на «Прагляд архіва» або націснуўшы на кнопку ў галоўным меню «Архівы», а затым на кнопку «Архіў уводзімай ўручную інфармацыі».

Даныя захоўваюцца ў аб'ёме двух месяцаў: бягучага і папярэдняга, іх можна праглядаць на экране памесячна або друкаваць па дэкадах.

Пры выбары якой-небудзь формы на экран выводзіцца акно «Архіў» задачы выбаркі параметраў з архіва Архіўнай станцыі (мал. 4.27). Карыстальнік павінен для выкліканай задачы паказаць часавы інтэрвал, запоўніўшы палі «Час пачатку выбаркі параметраў» і «Час заканчэння выбаркі параметраў» і націснуць кнопку «Выканаць».



Мал. 4.27. Акно задачы «Архіў»

Пасля заканчэння выбаркі архіўных даных запусціцца абраная задача (напрыклад, «Кантроль якасці пуску»), на экране з'явіцца паведамленне і разлічаная па архіўных даных форма. Па кнопцы «Выход» ажыццяўляецца выход з прыкладання «ТЭП энергаблока».

Вылічальная станцыя для абмену інфармацыяй з іншымі станцыямі і з серверам уключана ў лакальную сетку. На АРМ усталявана кліенцкае праграмае забеспячэнне для атрымання ў рэальным часе ўсярэдненай аналагавай і дыскрэтнай інфармацыі і перадачы разліковай інфармацыі на аператарскую і архіўную станцыі.

Вымераная ўсярэдненая за 1 і 15 хвіл інфармацыя штохвілінна перадаецца на вылічальную станцыю (станцыі) і запісваецца ў дваічныя файлы.

Першая ў ланцужку выкліканых у рэальным часе разліковых задач – INFOR раз за хвіліну счытвае гэтую інфармацыю і затым запісвае яе ў базу даных `tehno.mdb` у табліцы `anal_averaged` і `diskret`, структура якіх супадае са структурай табліц `taksa` і `taksd` інфармацыйнай базы M4BL4 на серверы. Гэтыя табліцы з’яўляюцца крыніцай уваходных даных для большасці разліковых задач (DOST, NAD, SUT, TEMT, DLIT, ISIN).

Праграма DOST праводзіць тэхналагічны кантроль дакладнасці аналагавых параметраў з заменай няпэўных значэнняў на нарматыўныя. Менавіта гэтыя пракантраляваныя і часткова замененыя значэнні з’яўляюцца ўваходнай інфармацыяй для большасці задач дыягностыкі і разліку ТЭП (праграмы PARAM, ОКТ, КОТ, РР, PROT, OVER, KOND). Таксама праграма фарміруе прыкметы работы абсталявання і таго або іншага рэжыму працы блока і віду паліва. Вызначаюцца па графіках нарматыўныя значэнні шэрага вымераных параметраў. Яны выкарыстоўваюцца наступнымі задачамі.

Праграма PARAM разлічвае шэраг параметраў цеплавой схемы, энтальпіі, удзельнай выпрацоўкі, расходаў. Гэтыя значэнні таксама выкарыстоўваюцца наступнымі задачамі.

Праграмы NAD, ОКТ, OVER таксама з’яўляюцца інфармацыйным ланцужком для атрымання выхадных форм на аператарскіх станцыях, прызначаных для машыністаў энергаблока.

Апошняя сярод праграм 15-хвіліннага цыкла – праграма PROT, акрамя асноўнай разліковай функцыі збірае і назапашвае даныя ўсіх задач для формы «Сумарныя перарасходы паліва».

Такім чынам, вялікая частка тэхналагічных задач уяўляе сабой адзіны інфармацыйны комплекс. Гэта варта мець на ўвазе пры аналізе вынікаў, асабліва пры з’яўленні няпэўных або хібных даных. Варта разглядаць вынікі разлікаў – выхадныя формы задач – сумесна з вядомасцю няпэўных параметраў. Не ўсе вымераныя параметры магчыма кантраляваць на пэўнасць, таму пры з’яўленні хібных і няпэўных даных варта звярнуць увагу і на стан вымеранай інфармацыі па даных аператарскай або архіўнай станцыі. Аператар вылічальнага цэнтра павінен сачыць за работай праграмнага забеспячэння вылічальнай станцыі, наяўнасцю сеткавай сувязі, правяраць у пратаколе дыспетчара наяўнасць паведамленняў аб памылках пры рабоце задач і прымаць меры па іх ухіленні.

4.4.5.3. Тэхналагічныя задачы і іх базы даных

Праграмнае забеспячэнне АРМ уключае ў сябе праграмнае забеспячэнне наступных разліковых тэхналагічных задач (табл. 4.1)

Табліца 4.1

Склад і парадак выкліку праграм на АРМ

№	Назва задачы. Функцыі	Назва праграмы
<i>Задачи, якія працуюць у рэальным часе з інтэрвалам выкліку 1 хвіл</i>		
1	Перадача ўсярэдненай аналагавай і дыскрэтнай інфармацыі ў базу даных NFOR	NFOR
2	Фарміраванне ведамасцей адхіленняў ад дапушчальных значэнняў цепла механічных параметраў турбіны і тэмпературнага рэжыму металу катла і турбіны. Разлік выпрацаванага рэсурса	TEMT
3	Разлік ТЭП для аналізу якасці працы аператыўнага персаналу ў рэгулявальным дыяпазоне нагрузак энергаблока	NAD
4	Фарміраванне сутачнай ведамасці	SUT
5	Фарміраванне ведамасцей працягласці (расходаванага рэсурса) працы абсталявання	DLIT
<i>Задачи, якія працуюць у рэальным часе з інтэрвалам выкліку 15 хвіл</i>		
1	Кантроль пэўнасці выкарыстаных у разліках ТЭП усярэдненых значэнняў вымераных параметраў. Разлік лагічных прыкмет работы абсталявання. Разлік нарматываў па графіках для дадзенага рэжыму працы	DOST
2	Разлік параметраў цеплавой схемы	PARAM
3	Разлік і аналіз ТЭП для аператыўнага персаналу	OKT
4	Дыягностыка тэхнічнага стану канвектыўных паверхняў катла	KOT
5	Дыягностыка тэхнічнага стану кандэнсацыйнай устаноўкі	KOND
6	Разлік матэрыяльнага і цеплавога балансу	OBOB
7	Разлік абагульненых паказчыкаў працы энергаблока	OBOB
8	Дыягностыка тэхнічнага стану праточнай часткі Дыягностыка тэхнічнага стану турбапомпы	PROT
9	Усярэдненне і назапашванне вымераных параметраў, неабходных для разліку ТЭП	ISIN
10	Фарміраванне ініцыятыўных паведамленняў на аператарскіх станцыях па зменах эканамічнасці тэхналагічнай схемы і абсталявання энергаблока	OVER
<i>Задачи, якія працуюць на інфармацыі, перадаваемай з архіўнай станцыі</i>		
1	Фарміраванне ведамасцей адхіленняў ад дапушчальных значэнняў цепла механічных параметраў турбіны і тэмпературнага рэжыму металу катла і турбіны	TEMTT
2	Фарміраванне ведамасцей пускаў энергаблока	PVED
3	Ацэнка якасці пускаў катла і паравой турбіны	OZEP
4	Усярэдненне і назапашванне вымераных параметраў, неабходных для разліку ТЭП	ISIN_R, OKT_AR, DOST_AR, PARAM_AR, OBOB_AR
5	Фарміраванне сутачнай ведамасці	SUT_R

Шэраг разліковых параметраў перадаецца для адлюстравання і захоўвання ў архівах архіўнай станцыі. Тэхналагічныя задачы запісваюць іх у спецыяльныя дваічныя файлы, адкуль яны счытваюцца на архіўную станцыю.

Шэсць выхадных форм прызначаны для прагляду машыністам на аператарскай станцыі (кнопка «формы»). Гэтыя формы ўтрымліваюць даныя аб адхіленні аператыўна-рэгулюючых параметраў ад нарматыўных значэнняў і ўзнікаючых пры гэтым адхіленнях расходу паліва. Яны фарміруюцца на вылічальнай станцыі і адзін раз за 15 хвіл перадаюцца на аператарскую станцыю для прагляду машыністам.

Формы прызначаны для вываду вынікаў працы тэхналагічных задач на манітор, а справаздачы – на друк. У табл. 4.2 прыведзены спіс задач, у табл. 4.3 – спіс формаў і справаздач.

Табліца 4.2

Спіс задач

Назва задачы	Інтэрвал выкліку
Перадача вымеранай інфармацыі ў базу даных тэхналагічных задач	1 хвіл
Разлік параметраў для вываду на мнемасхемы	1 хвіл
Разлік параметраў для сігналізацыі машыністу	1 хвіл
Кантроль пэўнасці ўсярэднянай аналагавай інфармацыі, выкарыстанай у тэхналагічных задачах	15 хвіл
Разлік і аналіз ТЭП для аператыўнага персаналу	15 хвіл
Разлік паказчыкаў эфектыўнасці працы вузлоў катла	15 хвіл
Разлік паказчыкаў для ацэнкі дзейнасці вахтавага персаналу пры працы ў рэгулявальным дыяпазоне	1 хвіл
Рэгістрацыя змены эканамічнасці энергаблока	15 хвіл
Ацэнка якасці пуску энергаблока	1 хвіл
Фарміраванне ведамасцей пуску энергаблока	1 хвіл
Фарміраванне сутачных і зменных ведамасцей	2 гадз, на 58 хвіл
Тэмпературны кантроль металу барабана, паверхняў нагрэву і параправаду катла	1 хвіл
Падрыхтоўка інфармацыі для разліку справаздачных ТЭП	15 хвіл

Табліца 4.3

Спіс форм і справаздач

Назва формы	Код формы і справаздачы
Паказчыкі эканамічнасці па аператыўна-рэгулюючым параметрам	frmOKT_H
Паказчыкі эфектыўнасці працы вузлоў катла	frmKOTL_H
Кантроль стану канвектыўнай шахты	frmKOT_H

Заканчэнне табл. 4.3

Назва формы	Код формы і справаздачы
Паказчыкі стану паверхняў нагрэву да і пасля рамонту	frmKOTR_H
Змена эканамічнасці катлаагрэгата на аператыўных інтэрвалах	frmOVER_H
Тэмпературны рэжым металу катла	frmTEMPR_H
Дадаткова выпрацаваны рэсурс металу паверхняў нагрэву катла	frmTEMTR_H
Адхіленні параметраў, якія ўплываюць на надзейнасць энергаблока	frmNAD_H
Пускавая ведамасць	frmPUSK_H
Ацэнка якасці пуску	frmOZEP_H
Паказчыкі працы вахт	frmOKTV_H
Сутачныя ведамасці	frmSUT_H
Зменная ведамасць	frmSMEN_H
Звесткі аб працы механізмаў уласных патрэб	frmSVED_H
Звесткі аб стане аўтаматычных рэгулятараў	frmSAREG_H
Усярэдненыя параметры для разліку ТЭП	frmISIN_H
Ведамасць параметраў, якія кантралююцца на дакладнасць	frmDOST_H
Ведамасць няпэўных параметраў	frmDOSTN_H
Адлюстраванне аднаго графіка	grtGrafRepL1_H
Адлюстраванне двух графікаў	grtGrafRepL2_H
Адлюстраванне да пяці графікаў	grtGrafRepL5_H

Табліцы з'яўляюцца асноўным сховішчам даных. Частка табліц служыць для захоўвання даных тэхналагічных задач (тэхналагічныя табліцы). Іншая частка прызначана для даных, якія выкарыстоўваюцца ў праграмах, што падтрымліваюць інтэрфейс карыстальнікаў (службовыя табліцы). У табл. 4.4 прыведзены пералік тэхналагічных табліц.

Табліца 4.4

Пералік тэхналагічных табліц

Назва задачы	Код табліцы
Кантроль пэўнасці ўсярэднянай аналагавай інфармацыі	DOST14*, ANAL_AVERAGED*, DOST_TIME
Разлік і аналіз ТЭП для аператыўнага персаналу	OKT35*, OKT32*, sbIOKT*, OKT_TIME
Разлік паказчыкаў эфектыўнасці працы вузлоў катла	KOT60*, KOT61*, KOT62*, KOT63*, sbIKOT*, KOT_TIME
Разлік паказчыкаў для ацэнкі дзейнасці вахтавага персаналу пры працы ў рэгулявальным дыяпазоне	NAD20*, NAD_TIME

Назва задачы	Код табліцы
Рэгістрацыя змены эканамічнасці котлаагрэгата	OVER*, OKT_TIME
Ацэнка якасці пуску котлаагрэгата	OP_W*, OP_W_F*, sbIOP_H*, OP_TIME
Фарміраванне ведамасцей пуску котлаагрэгата	PUSKV*, PUSKV_A*, PUSKV_D_S*, PUSKV_TIME
Фарміраванне сутачных і зменных ведамасцей	SUT*, SVED*, SUT_TIME
Тэмпературны кантроль металу барабана, паверхняў нагрэву і параправода катла	TK_A*, TK_FORM*, TK_RESURS*, TK_TIME
Падрыхтоўка інфармацыі для разліку справазначных ТЭП	ЗТЕК*, ЗТЕК_TIME
Перадача вымеранай інфармацыі ў базу даных тэхналагічных задач	ANAL_AVERAGED, DISKRET

4.4.6. Аўтаматызаваная інфармацыйная сістэма ўліку і кантролю метралагічнага абсталявання

Разгледзім неабходныя звесткі для карыстальнікаў, якія працуюць з АРМ сістэмы «ІСМО», даволі распаўсюджанай на прадпрыемствах.

4.4.6.1. Асноўныя элементы дыялогу з карыстальнікам

Пры карыстанні радковым меню для выбару нейкай опцыі неабходна з дапамогай клавіш-стрэлак {→} і {←} падвесці да яе курсор і націснуць {Enter}. Гэта прыводзіць да з'яўлення на экране падпарадкаванага меню.

Пры вертыкальным меню выбар нейкай опцыі ажыццяўляецца з дапамогай клавіш-стрэлак {↑} і {↓} шляхам падводу курсора і націскання {Enter}.

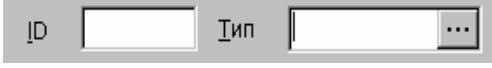
Калі ў гарызантальным меню ў назве опцыі падкрэслена адна з літар, то для выбару гэтай опцыі трэба націснуць камбінацыю клавіш {Alt} + {падкрэсленая літара}. Для вертыкальнага меню з падкрэсленай літарай у складзе опцыі дастаткова націснуць гэтую літару.

Выбар опцыі з сімвалам «▶» у правай частцы прыводзіць да з'яўлення наступнага падпарадкаванага меню. Выбар астатніх опцый прыводзіць да з'яўлення на экране вокнаў адлюстравання і рэдагавання інфармацыі ці выканання нейкай працэдуры.


Прадугледжаны вокны выдачы папярэджанняў, пацверджанняў для запуску працэсаў, якія прыводзяць да сур'ёзных змен даных і вокны выдачы інфармацыйных звестак для адлюстравання статыкі вылічэнняў.

Прадугледжаны экраны адлюстравання справаздач, якія выводзяцца на друк. Існуюць гарачыя клавiшы ПЭВМ, якім прапісаны праграмныя функцыі (падказкі аб гэтых функцыях прыведзены ў вертыкальным меню).

4.4.6.2. Асноўныя элементы ўводу і адлюстравання інфармацыі

Рэквізіты ўводу інфармацыі . Назва, якую неабходна ўвесці, знаходзіцца перад рэквізітам (злева). Калі значэнне рэквізіту можна выбраць з даведніка, то справа ад акна ўвода ёсць кнопка з трыма кропкамі, пры насканні на якую раскрываецца даведнік. Пры ўводзе значэння можна карыстацца клавiшамі:

- {→} і {←} – для пераходу адносна пазіцыі курсора;
- {← Backspace} – для падчышчэння сімвала злева ад курсора;
- {Tab} – для пераходу да наступнага рэквізіту;
- {Shift + Tab} – для пераходу да папярэдняга рэквізіту;
- {прабел} – выбар значэння з даведніка;
- {Esc} – адмена зробленых змен.

Рэквізіт тыпу «камбінаваны ўвод»  з'яўляецца пашыраным рэквізітам тыпу «ўвод». Яго асаблівасцю з'яўляецца кнопка «▼» у правай частцы. Націсканне на яе з дапамогай мышы выклікае спіс магчымых значэнняў для выбару (мал. 4.28).

Код	Имя	Описание
00	<нет>	<нет>
01	контр парам тех	Контроль параметров техпроцессов
02	контр гот. прод	Контроль готовой продукции
03	вх. контр. прио	Входной контроль приобретаемых
04	учет мат. ценно	Учет материальных ценностей
05	учет топлива и	Учет топлива и энергии

Мал. 4.28. Рэквізіт тыпу спіс. Прыклад спіса

Гэты рэквізіт прызначаны для выбару інфармацыі са спіса. Кіраваць спісам можна з дапамогай мышы (кнопкі «▲»/«▼» бегунка) ці з дапамогай клавiш:

– {↑}/ {↓} – для пераходу да наступнага/папярэдняга радка адносна пазіцыі курсора;

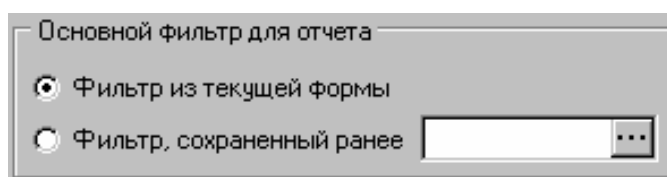
– {Tab} і {→} – для пераходу да наступнага слупка;

– {Shift + Tab} і {←} – для пераходу да папярэдняга слупка;

– {PgUp}/ {PgDn} – для пераходу на адзін экран уверх/уніз;

– {Home}/ {End} – для пераходу да першага/апошняга слупка.

Рэквізіт тыпу «пераключальнік» (мал. 4.29) прызначаны для выбару інфармацыі з фіксаванага спіса значэнняў. Пераключальнік пакідае толькі адно значэнне на дадзены мант часу з дапамогай сімвала «●». Змяненні магчымы з дапамогай мышы ці клавiш {←}/ {→}, {↑}/ {↓}.



Мал. 4.29. Рэквізіт тыпу «пераключальнік».
Прыклад спіса

Рэквізіт тыпу «Сцяжок» (выбар Так/Не). Значэнню «Так» адпавядае значок «✓», а значэнню «Не» адсутнасць значка «✓». Для ўстаноўкі новага значэння неабходна з дапамогай мышы націснуць на значок «✓» ці з дапамогай клавiш ажыццявіць наступную паслядоўнасць:

– з дапамогай клавiш {Tab}/ {Shift + Tab} выбраць рэквізіт;

– з дапамогай клавiшы «Прабел» перамясціць бягучае значэнне рэквізіту на супрацьлеглае.

Рэквізіт тыпу «Кнопка»

Рэквізіт прызначаны для выканання вызначанага дзеяння (выклік новага акна, выкананне працэдуры і г. д.). Пасля націскання на кнопку на самой кнопцы з'яўляецца надпіс віду дзеяння. Націсканне на кнопку ажыццяўляецца мышкай ці з дапамогай наступных аперацый:

– з дапамогай клавiш {Tab}/ {Shift + Tab} выбраць кнопку;

– з дапамогай клавiшы {Enter} націснуць на кнопку.

Кнопка «Прымяніць» служыць для выхаду з захаваннем зробленых у акне змен. Кнопка «Адмяніць» служыць для выхаду з адменнай зробленых змен. Кнопка «ОК» служыць для выхаду без змен. Кнопка «Выход» служыць для выхаду з акна прасмотра.

Пры рабоце з АРМ прадугледжана магчымасць адкрыцця некалькіх вокнаў адначасова. Актыўнае ў дадзены момант акно адзначана сімвалам «✓».


Функцыянальныя клавiшы, якiя даступны з любога акна АРМ, прыведзены ў табл. 4.5.

Табліца 4.5

Функцыянальныя клавiшы АРМ метролага

Камбiнацыя клавiш	Функцыя
<i>Работа з акном</i>	
F1	Выклiк даведкi
F2	Пераход у рэжым запыту
F3	Пераход у рэжым прагляду
F4	Пераход у рэжым рэдагавання
F5	Пераход у рэжым устаўкi
Shift + F5	Пераход у рэжым устаўкi, копіі, запісу
F6	Змяненнi сартавання спіса даных
F7	Выклiк акна пошуку даных
F8	Ачышчэнне выбраных запісаў
F9	Абнаўленне iнфармацыi ў табліцы
F10	Друкаванне справаздачы па змаўчаннi
F11	Выбраць захаваны запыт
F12	Захаваць запыт
Shift + F12	Захаваць запыт як
Enter	Кнопка «Прымянiць»
Esc	Адмена зробленых змен у акне ўводу iнфармацыi
Tab	Пераход на наступны элемент рэдагавання
Shift + Tab	Пераход на папярэднi элемент рэдагавання
Ctrl + ↑	Пераход на папярэднi запіс табліцы
Ctrl + ↓	Пераход на наступны запіс табліцы
Ctrl + ←	Пераход на папярэднюю закладку акна
Ctrl + →	Пераход на наступную закладку акна
Ctrl + Tab	Паказаць наступнае акно
Ctrl - F4	Закрыць акно
<i>Аперацыi са сродкамі вымярэння (СВ)</i>	
Alt + D	Увод у эксплуатацыю выбраных СВ
Alt + J	Здача ў рамонт/паверку выбраных СВ
Alt + R	Кансервацыя выбраных СВ
<i>Адкрыццё вокнаў</i>	
Ctrl + F1	Асноўныя звесткi СВ
Ctrl + F2	Ведамасцi руху
Ctrl + F3	Прыём СВ ад унутраных падраздзяленняў
Ctrl + F5	Прыём СвiА ад староннiх арганiзацый
Ctrl + F6	Афармленне заказу ад унутраных службаў
Ctrl + F7	Афармленне заказу ад староннiх арганiзацый
Ctrl + F8	Афармленне заказу
Ctrl + F9	Абслугоўванне ведамасцi руху
Ctrl + F10	Вядзенне планаў паверак
Ctrl + F11	Спіс матэрыялаў
Ctrl + F12	Журнал

У АРМ выкарыстоўваюцца даведачныя рэквізіты і рэквізіты, якія не звязаны з даведачнай літаратурай. Даведачныя рэквізіты можна ўводзіць уручную ці выбіраць з адпаведнага даведніка. Пры ручным уводзе трэба дакладна запісаць шыфр з даведніка. Пры недакладным уводзе справа ад акна з'явіцца звестка аб памылцы.

Пры выбары з даведніка прадугледжаны папярэдні пошук групы запісаў, якія адпавядаюць нейкім умовам. Для гэтага неабходна ў верхнім правым акне раскрытага даведніка задаць патрэбную ўмову і націснуць на кнопку пошуку .

Пошук ажыццяўляецца па асноўных рэквізітах даведніка (код, кароткая і поўная назва). Пры ўводзе рэквізітаў, якія не адносяцца ні да якога з даведнікаў, выкарыстоўваецца толькі ручны ўвод. Для ручнога ўводу даты выкарыстоўваецца маска. Першая пара лічбаў – дата, другая пара – нумар месяца, трэцяя – апошнія дзве лічбы года.


4.4.6.3. Парадак работы з АРМ

Для нармальнай работы АРМ патрабуецца: аперацыйная сістэма WINDOWS 95/98/NT; ОЗУ-32 Mb; манітор з характарыстыкай не менш за 800×600 пікселяў; пасля выкліку сістэмы «ISMO» увод імені карыстальніка і пароля.

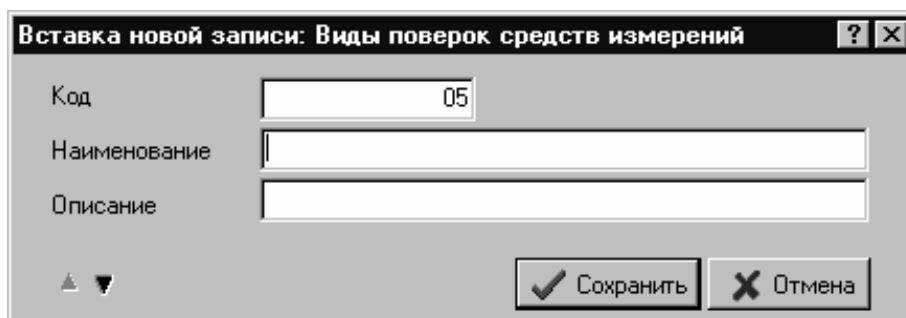
Работа з таблічнымі данымі. Да таблічных даных адносяцца даныя, якія захоўваюцца ў выглядзе радкоў табліцы. У такім выглядзе захоўваюцца простыя даведнікі «ISMO».

Работа з таблічнымі данымі складаецца з наступных аперацый:


- дабаўленне новага радка;
- прагляд усіх рэквізітаў радка;
- рэдагаванне рэквізітаў радка;
- ачышчэнне радка;
- друкаванне справаздачы.


Каб дабавіць новы радок трэба націснуць мышкай кнопку  на панэлі інструментаў, набраць камбінацыю клявіш {Ctrl + A} клявіатуры, ці выбраць опцыю «Дабавіць» пункта «Рэжым» гарызантальнага меню. Пасля гэтага з'явіцца акно для ўводу запісу (мал. 4.30).

Для хуткага ўводу некалькіх запісаў запар лепш замест кнопкі «Прымяніць» скарыстацца кнопкай ▼ ці клявіятурай з клявішай {↓}.




Мал. 4.30. Акно для ўводу запісу

Каб адкарэктаваць бягучы радок неабходна націснуць мыш-кай кнопку  на панэлі інструментаў альбо камбінацыю клавiш {Ctrl + E} клавiятуры ці выбраць опцыю «Рэдагаванне» («Редактирование») пункта «Рэжым» гарызантальнага меню. Для хуткага рэдагавання можна карыстацца кнопкамі ▼/▲ ці клавiшамі {↓}/{↑}.

Для ачысткі бягучага радка неабходна націснуць кнопку  панэлі інструментаў, ці камбінацыю клавiш {Ctrl + D} клавiятуры, ці выбраць опцыю «Выдаліць» («Удалить») пункта «Рэжым» гарызантальнага меню. Пасля гэтага з'явіцца акно для ачысткі запісу.

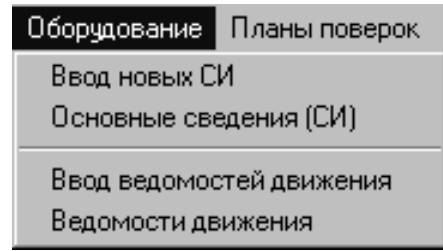
Каб знайсці запісы, якія адпавядаюць вызначаным умовам, трэба выкарыстаць запыт. Гэта зручна пры рабоце з табліцамі, якія маюць вялікую колькасць запісаў. Для гэтага неабходна ў табліцы, націс-

нуць кнопку  на панэлі інструментаў, ці камбінацыю {Ctrl + E} клавiятуры, альбо выбраць опцыю «Запыт» («Запрос») пункта «Рэжым» гарызантальнага меню. Пасля чаго з'явіцца акно запыту адносна гэтай табліцы. Пошук можна ажыццяўляць па адным, па некалькіх ці па ўсіх рэквізітах адначасова. Прадугледжана магчымасць пошуку запісаў меншых, большых, роўных ці падобных зададзенаму крытэрыю. Для гэтага неабходна, знаходзячыся ў акне рэквізіту пошуку, націснуць правую кнопку мышы і з прапанаваных умоў выбраць неабходнае. Пасля задання ўсіх крэтэрыяў пошуку націснуць кнопку «Прымяніць».

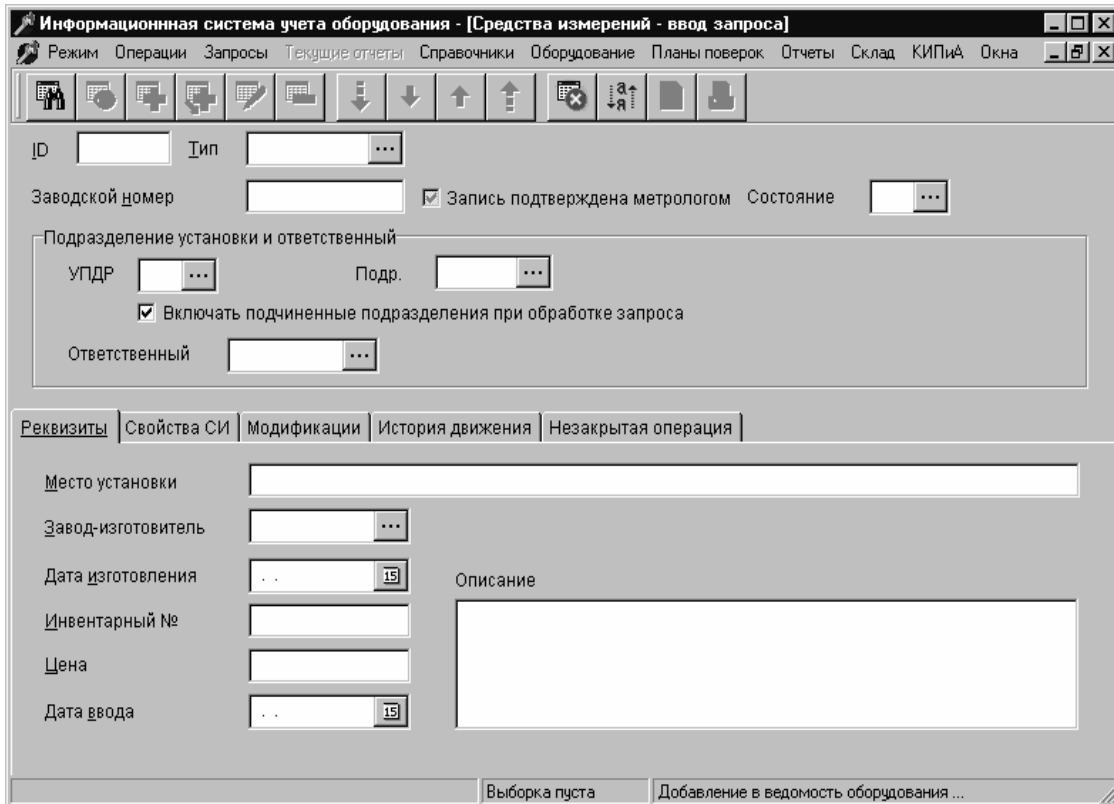
Справаводства аб сродках вымярэння (СВ). Можна выдзеліць дзве асноўныя функцыі па справаводстве аб сродках вымярэння: «Асноўныя звесткі» аб сродках вымярэння і «Ведамасці руху» (мал. 4.31). У вертыкальным меню, якое раскрываецца, ёсць тры опцыі для гэтых функцый.

Пункты меню і «Увод ведамасцей руху» дазваляюць атрымаць хуткі доступ да рэжымаў уводу інфармацыі на СВ і іх руху адпаведна.

Асноўная табліца па абсталяванні і яго руху ўключае вялікую колькасць запісаў. Таму пры ўваходзе ў опцыю «Асноўныя звесткі (СВ)» і «Ведамасці руху» прапануецца зрабіць запыт для выбару канкрэтнага спісу запісаў і націснуць кнопку «Прымяніць» на запыт «Асноўныя звесткі (СВ)». Пры ўваходзе ў пункты меню гэтай опцыі на экране з'яўляецца акно запыту для выбару запісаў (мал. 4.32).



Мал. 4.31. Асноўныя функцыі па справаходстве аб сродках вымярэння



Мал. 4.32. Акно запыту для выбару запісаў

Акно ўключае рэквізіты для пошуку. Пры выбары канкрэтнага падраздзялення (участка, брыгады, звяна) можна карыстацца двума падыходамі:

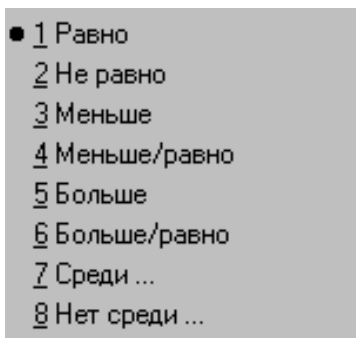
– задаецца ўручную і выбіраецца з даведніка. Пры выбары падраздзяленняў іх структура прыведзена ў выглядзе стандартнай для Win-

dows формы (дрэва), работа з якой апісана ў інструкцыі Windows. Акрамя таго, можна з дапамогай кнопкі {+} адкрыць спіс падраздзяленняў наступнага ніжняга ўзроўню і выбраць участак;

– задаецца адразу падраздзяленне (уручную ці з даведніка) у адпаведным акне.

Пры выбары падраздзялення па змаўчанні выбіраюцца запісы, якія належаць за гэтага падраздзялення (без уліку падпарадкаваных падраздзяленняў).

Для ўсіх рэквізітаў прадугледжана магчымасць пошуку запісу меншых, большых, роўных, падобных зададзенаму, пошук інтэрвала значэнняў, пошук па некалькіх канкрэтных значэннях выбранага рэквізіту. Каб даведацца аб магчымасцях пошуку зададзенага рэквізіту, неабходна націснуць на правую кнопку мышы. Для тэкставых рэквізітаў і рэквізітаў з даведніка прадугледжаны варыянты: «Ровно», «Не равно», «Подобно», «Не подобно».



Мал. 4.33. Спіс варыянтаў

Для лічбавых рэквізітаў прадугледжана большая колькасць варыянтаў (мал. 4.33).

Аналагічныя варыянты прадугледжаны для рэквізітаў, у якія закладзены даты.

Спіс значэнняў для пошуку можна зафіксаваць адным з двух спосабаў.

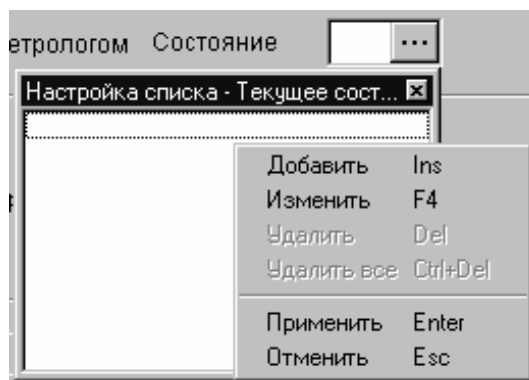
Першы спосаб выкарыстоўваюць для рэквізітаў, значэнні якіх узяты з даведніка. Для гэтага, будучы ў акне рэквізіту пошуку трэба націснуць клавiшу «Прабел» ці кнопку на маніторы з трыма кропкамі. Пры гэтым у акне раскрыецца адпаведны даведнік, у якім трэба адшукаць і памеціць левай кнопкай мышы, утрымліваючы клавiшу {Ctrl}, неабходныя значэнні для пошуку і націснуць кнопку «Выбраць».

Далей пры дваітным націсканні мышы ці клавiшы «Прабел» адбываецца рэдагаванне ў адпаведнасці з другім спосабам.

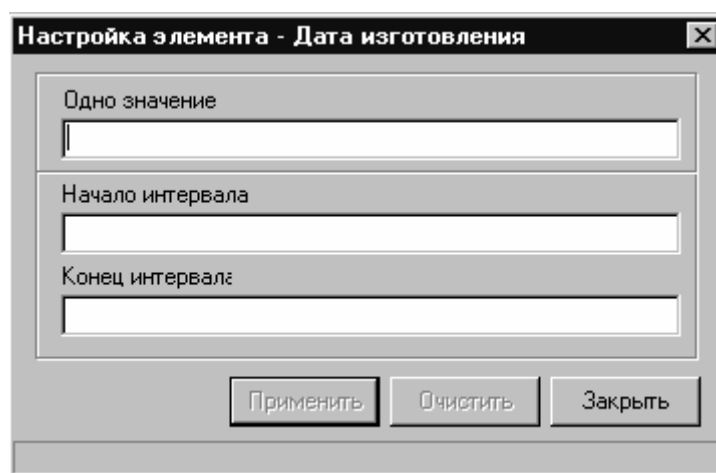
Пры другім спосабе неабходна ў акне рэквізіту пошуку, націснуць на правую кнопку мышы. З'явіцца меню выбару крытэрыю пошуку, у якім трэба памеціць опцыю «Сярод». У выніку адкрыецца акно «Наладка спіса» гэтага рэквізіту. Знаходзячыся ў акне наладкі, трэба націснуць кнопку мышы і з'явіцца меню для выбару (мал. 4.34).

Паколькі гэты спіс пусты, то актыўнай будзе опцыя «Дабавіць» і, націснуўшы на яе, можна выклікаць акно рэквізіту. Калі значэнне рэквізіту бярэцца з даведніка, то дадатковыя значэнні выбіраюцца аналагічна першаму спосабу. Калі рэквізіт цэлага тыпу дата, то з'явіцца акно рэдактара значэнняў.

У акне рэдактара нельга адначасова задаваць значэнні і інтэрвал. Пасля націскання кнопкі «Прымяніць» акно рэдактара зачыніцца, а выбранае значэнне з'явіцца ў акне наладкі. Для дабаўлення новага значэння пошуку да ўжо існуючага спіса трэба ў акне «Наладка спіса» («Настройка списка») націснуць на правую кнопку мышы і ў меню, якое з'явілася, выбраць опцыю «Дадаваць». У выніку атрымаем акно «Рэдактара ўмоў», дзе будзем выдзяляць дадатковыя ўмовы пошуку (мал. 4.35). Разгледзім прыклад выбаркі па некалькіх рэквізітах.



Мал. 4.34. Меню выбару па крытэрыю пошуку



Мал. 4.35. Акно «Наладка элемента»

Няхай неабходна выбраць па рудніку другога рудакіравання ААТ «Белкалій» (код падраздзялення 02) усё абсталяванне, якое знаходзіцца ў стане «Эксплуатацыя» ці «Захаванне» з датай уводу ў 1999 г., але без ацэнкі аб паверцы.

Для гэтага неабходна:

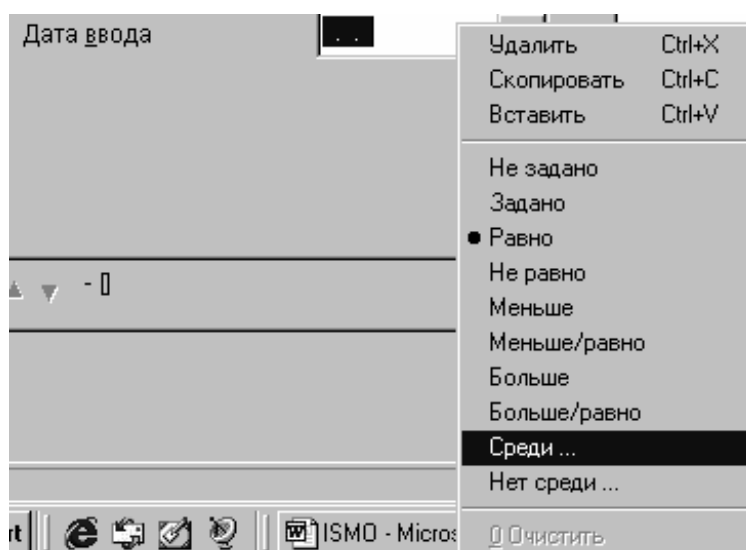
- увайсці ў рэжым запыту;
- (не абавязкова) стаць у акно рэквізіту (УПДР) і выбраць з даведніка ці задаць у ім 02 (пашыранае падраздзяленне);
- перайсці ў акно рэквізіту «Падраздзяленне» і выбраць з даведніка ці задаць у ім код 02;
- у акне рэквізіту «Стан» націснуць клавiшу «Прабел» ці на кнопку з трыма кропкамі. Пасля раскрыцця даведніка стану ў ім адзначым

левой кнопкой мыши, утрымліваючы клавiшу {Ctrl}, значэнні «Эксплуатацыя», «Захаванне» і затым націснем на кнопку «Выбраць»;

– на закладцы – стаць у акно рэквізіту «Дата ўводу», націснуць правую кнопку мышы і ў акне, якое адкрылася, выбраць опцыю «Сярод»;

– пасля опцыі «Сярод» адкрыецца акно «Наладка спісу – Дата ўводу». Знаходзячыся ў ім, націснуць правую кнопку мышы і выбраць опцыю «Дабавіць»;

– у акне «Рэдактара ўмоў» («Редактор условий»), якое адкрылася, (мал. 4.36) стаць на «Пачатак інтэрвалу» і набраць значэнне 01.01.1999. затым стаць на «Канец інтэрвалу», набраць значэнне 31.12.1999 і націснуць кнопку «Прымяніць»;



Мал. 4.36. Акно «Рэдактара ўмоў»

– акно «Рэдактар умоў» знікне, а ў акне «Наладка спіса – Дата ўводу» з’явіцца выбранае значэнне інтэрвалу (01.01.1999 ... 31.12.1999). Пасля гэтага трэба націснуць на «Увод»;

– увайсці ў закладку «Уласцівасць СВ», стаць у акно рэквізіту «Дата апошняй паверкі», націснуць правую кнопку мышы і ў меню выбраць опцыю «Не зададзена». Пры гэтым акно рэквізіту прыме наступны выгляд:



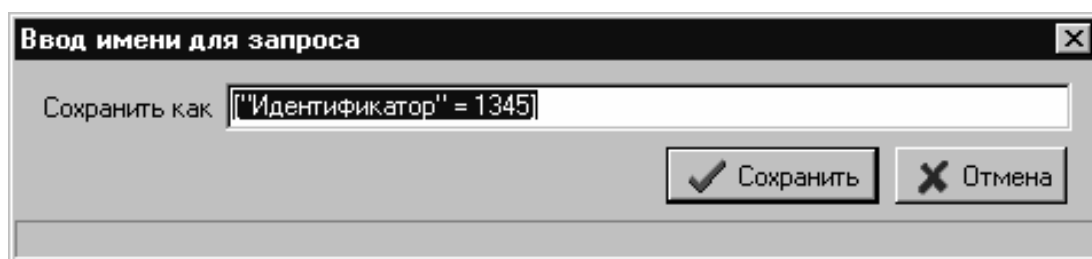
– закладкі, якія зададзены ўмовамі па запыце, афарбоўваюцца ў чырвоны колер. Пры ўваходзе ў іх можна дадаткова правесці правядзення ўмовы;

– пасля выбару ўсіх умоў неабходна націснуць кнопку «Прымяніць» у акне «Сродкі вымярэнняў. Увод запыту» («Средства измерений. Ввод запроса»). З’яўленне пясочнага гадзінніка сведчыць пра тое, што пачаўся працэс выбаркі.

Калі шукаемыя запісы існуюць, то на экране з’явіцца акно прагляду, а ў радку стану адлюструецца іх колькасць. Рухаючыся па спісе з дапамогай закладак, можна атрымаць інфармацыю па выбраных запісах.

Некаторыя запыты патрабуюцца выконваць неаднаразова праз невялікі прамежак часу. Для гэтага прадугледжана магчымасць захоўваць умовы выбаркі такіх запытаў, даваць ім назвы, а затым пры неабходнасці выклікаць для атрымання новых звестак.

З гэтай мэтай у гарызантальным меню прадугледжаны рэжым «Запыты» (мал. 4.37). Неабходна ўвайсці ў опцыю «Захаваць як ...», затым запісаць назву запыту і націснуць кнопку «Захаваць».



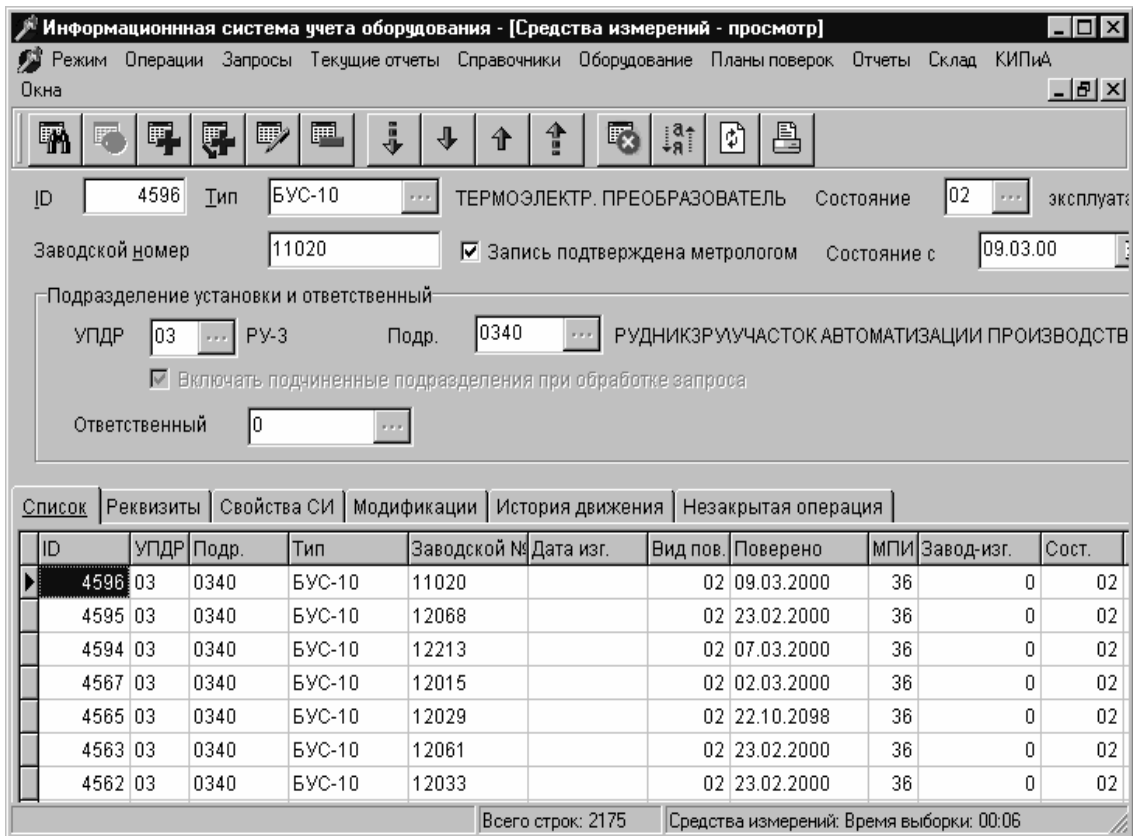
Мал. 4.37. Акно рэжыму «Запыты»

Для выкліку захаванага запыту трэба мышкай націснуць рэжым «Запыт» гарызантальнага меню, увайсці ў опцыю «Выбраць», ва ўзніклым спісе выбраць запыт і націснуць кнопку «Выбраць» у акне «Захаваныя запыты» («Сохраненные запросы»).

4.4.6.4. Парадак работы з выбранымі па запыце запісамі

Пасля выканання запыту ў рэжыме «Інфармацыйная сістэма ўліку абсталявання – [Сродкі вымярэння. Увод запыту]» («Информационная система учета оборудования – [Средства измерения. Ввод запроса]») у радку стану адлюстроўваецца колькасць выбраных запісаў і з’яўляецца акно табліцы (мал. 4.38).

Цяпер, рухаючыся па спісе, з дапамогай закладак можна атрымаць любую інфармацыю па выбраных запісах. Тэкст падказак мяняецца пры перамяшчэнні ўказальніка мышкі па радках настроенай графы. Знаходзячыся ў гэтым акне, можна выконваць аперацыі дабаўлення, ачышчэння і карэкціроўкі запісаў.




Мал. 4.38. Акно таблицы
«Инфармацыйная сістэма ўліку абсталявання – [Сродкі вымярэння. Прагляд]»

Прагляд. Пасля выканання запыту ў рэжыме «Инфармацыйная сістэма ўліку абсталявання – [Сродкі вымярэння. Увод запыту]», магчымыя адказы з’яўяцца ў акне таблицы. Калі выбраны адзін запіс, то актыўнай з’яўляецца закладка «Рэквізіты», калі некалькі – закладка «Спіс». У спісе абсталявання, якое знаходзіцца ў розных станах, фарбуецца ў розны колер:

Стан	Колер
«Не» (абсталяванне ў стадыі ўвода ў эксплуатацыю)	Шэры
«Эксплуатацыя»	Чорны
«Рамонт/паверка»	Цёмна-сіні
«Спісана»	Чырвоны
«Кансервацыя»	Карычневы
«Захоўванне» (рэзерв)	Зеленаваты

Уваход у рэжым прагляду з другіх рэжымаў можна ажыццявіць наступным чынам:

- націснуць кнопку  на панэлі інструментаў;
- набраць камбінацыю клавiш {Ctrl + R} клавiятуры (з iншых рэжымаў у акне «Сродкі вымярэння»);
- выбраць опцыю «Прагляд» пункта «Рэжым» гарызантальнага меню (з iншых рэжымаў у акне «Сродкі вымярэння»).

Пры гэтым на экране з’яўляецца акно прагляду. Пры ўваходзе ў любую з закладак, акрамя «Спіс», з’яўляецца інфармацыя па прыборы, на якім стаяў курсор у закладцы «Спіс».

Змены стану абсталявання і/ці) перавод яго ў iншае падраздзяленне.

Для гэтага ствараецца ведамасць шляхам выкарыстання некалькіх варыянтаў.

1. Для змены стану абсталявання неабходна выбраць адзiн ci некалькi запiсаў на закладцы «Спіс». Затым, утрымліваючы клавiшу {Ctrl}, з дапамогай левай кнопкi мышы выдзяліць запiсы ў адвольным парадку.

2. Утрымліваючы клавiшу {Shift}, клавiшамi «Уверх» ci «Унiз» клавiятуры выдзяляюць запiсы па парадку.

3. Камбiнуючы гэтыя два варыянты, атрымліваем трэцi варыянт.

Пры выкарыстаннi аднаго з гэтых варыянтаў, адчыняецца акно ведамасцей у рэжыме «Устаўка» («Вставка»). Пры фарміраваннi ведамасцi кантралюецца карэктнасць iнфармацыi аб выбраным сродку вымярэння i ў выпадку выяўлення несумяшчальнасцi гэтай аперацыi са сродкам вымярэння на экране з’яўляецца акно «Журнал».

Напрыклад, пры спробе адправіць на рамонт абсталяванне, якое ўжо знаходзiцца ў гэтым стане, атрымаем у журнале наступную iнфармацыю (мал. 4.39).

```

Журнал
18:45:20: Добавление в ведомость оборудования завершено с ошибками (см. журнал)
18:45:20: Состояние оборудования с ID 13861 не позволяет производить данную операцию.
        Состояние должно быть: хранение, консервация, эксплуатация, не определено, <нет>
18:45:20: Состояние оборудования с ID 13864 не позволяет производить данную операцию.
        Состояние должно быть: хранение, консервация, эксплуатация, не определено, <нет>
18:45:19: Добавление в ведомость оборудования ...
18:45:19: Операция движения: Время выборки: 00:00
18:45:19: Операция движения: Выборка данных ...
18:43:10: Средства измерений: Время выборки: 00:32
18:42:37: Средства измерений: Выборка данных ...

```

Мал. 4.39. Журнал

Пасля закрыцця журнала атрымаем сфарміраваную ведамасць (мал 4.40).

Пасля націскання кнопкi «Прымяніць» адбываецца захоўванне ведамасцi ў базе даных (БД).

Сдача оборудования в ремонт и/или поверку - вставка

№ Дата Операция закрыта

Тип операции ... сдача в ремонт/поверку

Подразделение установки и ответственный
 УПДР ... РУ-3 Подр. ... РУДНИКЗРУУЧАСТОК ПОДЗЕМНЫЙ ВНУТРИРУДНИЧНЫЙ САМОХ
 Включать подчиненные подо. Ответственный ...

Реквизиты **Оборудование**

ID оборудования Тип ... АНЕМОМЕТР ЧАШЕЧНЫЙ
 Заводской № Конечное состояние ... ремонт/поверка
 УПДР ... РУ-3 Подр. ... РУДНИКЗРУУГУ-9 РУДНИКА 4РУ
 Вид поверки ... гос.поверка Получено Не получено
 Примечания

ID	Тип	Заводской №	УПДР	Подр.	Вид пов.	Пред.сост.	Уст.сост.	Подтв.	Неподтв.	Комментарий
• 13862	МС-13	103	03	03#3	01	02	03	*		
• 13860	МС-13	27689	03	03#3	01	05	03	*		
• 13858	МС-13	24661	03	03#3	01	02	03	*		
> 13869	МС-13	3970	03	03#3	01	05	03	*		

Применить Отменить Закрыть

Мал. 4.40. Сформированная ведомость

При варианте 2 треба выклікаць каманду «Увод ведомасцей руху» з пункта меню «Абсталяванне»; з'явіцца акно ведомасці з пустымі палямі. Пасля чаго треба запоўніць поле «Тып аперацыі», а затым перайсці на закладку «Абсталяванне» і ўстанавіць левай кнопкай мышы курсор на табліцу.

Далей для дабаўлення новага абсталявання неабходна націснуць



на кнопку «дабавіць». На экране з'явіцца акно пошуку абсталявання. На палях пошуку треба ўвесці вядомую інфармацыю аб СВ. Затым націснуць кнопку «Знайсці», сярод знойдзеных выдзеліць патрэбныя і, націснуўшы кнопку «Дабавіць», перанесці выбраныя СВ у ведомасць руху.

Калі неабходна змяніць падраздзяленне ўстаноўкі і адказнага за гэтае абсталяванне, то пры фарміраванні ведомасці па форме «Аперацыя руху» треба запоўніць закладку «Рэквізіты» (мал. 4.41).

У гэтым акне треба адзначыць новае падраздзяленне і адказнага, а таксама зафіксаваць кнопку (выбар: <Так/Не>) у стан «Так». Можна адзначыць «часовае» перамяшчэнне абсталявання, калі абсталяванне перадаецца на час у якое-небудзь падраздзяленне ўстаноўкі і адказнага ў асноўнай базе даных. Пры гэтым треба каб кнопка (выбар: <Так/Не>) была ў стане «Не».

Мал. 4.41. Закладка «Рэқвізіты»

У ведамасць аперацый можна дабавіць абсталяванне толькі ў выпадку, калі гэта ведамасць яшчэ не была пацверджана і закрыта. Патрэбная ведамасць выдзяляецца ў спісе ведамасцей і пры націсканні на кнопку «Рэдагаванне» пераводзіцца ў рэжым рэдагавання.

Дабаўленне абсталявання магчыма альбо з акна вядзення ВС, альбо па кнопцы «Дабавіць». У абодвух выпадках трэба мець адкрытую ведамасць і курсор у табліцы абсталявання.


Для ведамасцей па перадачы абсталявання ў рамонт і паверку, а таксама пры перадачы яго ў іншае падраздзяленне неабходна пацверджанне атрымання абсталявання.

Для гэтага трэба адкрыць сфарміраваную для перадачы ведамасць на закладцы «Абсталяванне» формы «Аперацыя руху» (мал. 4.42).

Устанавіўшы курсор на дадзены запіс, у спісе абсталявання выканаць адну з наступных аперацый:

- калі курсор на патрэбным запісе, націснуць правую кнопку мышы і выбраць з меню «Адзначыць як»;
- націснуць клавішу «Прабел» на клавіятуры;
- з дапамогай мышы ўстанавіць пераключальнік на «Атрымана».

Пасля гэтых аперацый у спісе адзнака пацверджання будзе ўста-

ноўлена ў пазіцыю .

Возврат оборудования из ремонта/поверки - вставка

№ Дата 11.10.2000 Операция закрыта

Тип операции 03 ... возврат из ремонта/поверки

Подразделение установки и ответственный

УПДР 03 ... РУ-3 Подр. 0307 ... РУДНИКЗРМОЧИСТОЙ ГОРНЫЙ УЧАСТОК №7

Включать подчиненные подр. Ответственный ...

Реквизиты **Оборудование**

ID оборудования 12494 Тип M4100 ... МЕГАОММЕТР

Заводской № 40775 Конечное состояние 01 ... не определено

УПДР 03 ... РУ-3 Подр. 0307 ... РУДНИКЗРМОЧИСТОЙ ГОРНЫЙ УЧАСТОК №7

Вид поверки 01 ... гос.поверка Получено Не получено

Примечания

ID	Тип	Заводской №	УПДР	Подр.	Вид пов.	Пред. сост.	Уст. сост.	Подтв.	Неподтв.	Комментарий
12494	M4100	40775	03	0307	01	03	01			

Мал. 4.42. Закладка «Абстальяванне»

Пасля пацверджання атрымання абстальявання ведамасць таксама неабходна пацвердзіць. На форме «Аперацыі руху» трэба выбраць дадзеную аперацыю і ў меню «Рух» выбраць пункт «Пацвердзіць ведамасць».

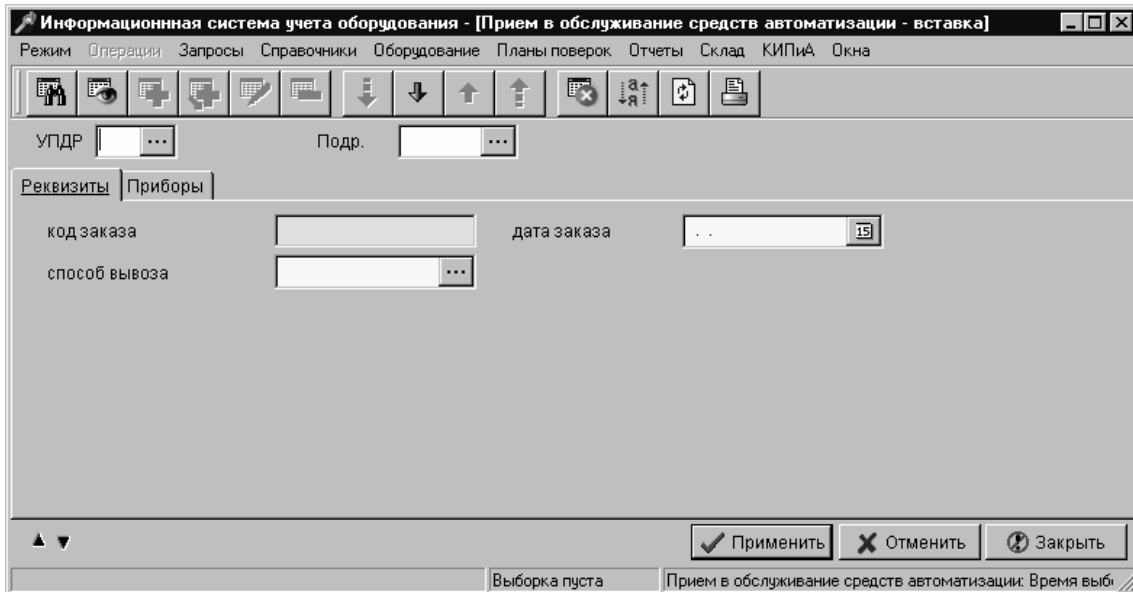
4.4.6.5. Справаводства кантрольна-вымяральных прыбораў і аўтаматыкі (КВПіА)

Улік абслугоўвання абстальявання ў цэху КВПіА складаецца з прыёму абстальявання, абслугоўвання і выдачы абстальявання назад заказчыку.

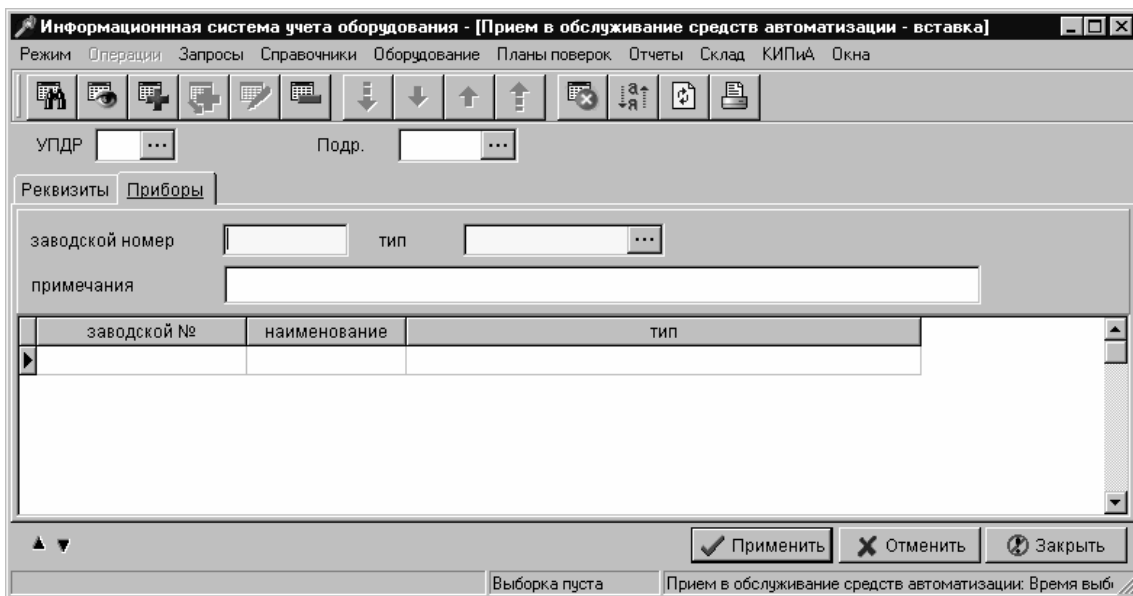
Прыём сродкаў аўтаматызацыі выдзелены асобна, паколькі сродкі аўтаматызацыі (СА) не захоўваюцца ў базе прыбораў і, адпаведна, яны не маюць сваіх асобных нумароў і па іх вядзецца аналіз руху. Пры ўводзе новай ведамасці (мал. 4.43) запытваецца дата, падраздзяленне і спосаб вывазу (на аснове якога пры выдачы будзе праводзіцца фільтрацыя прыбораў).

Прыём прыбораў ад старонніх арганізацый ажыццяўляецца аналагічна прыёму сродкаў аўтаматызацыі ад унутраных падраздзяленняў. Пры абслугоўванні прыбора на месцы эксплуатацыі праграма прадугледжвае складанне ведамасці і друкаванне заказу на рамонт/паверку на месцы. Вядзенне ведамасці абслугоўвання на месцы (мал. 4.44)

аналогічна справоводству ведамасці прыёму СА і ведамасці прыёму СА ад старонніх арганізацый.



Мал. 4.43. Увод новай ведамасці



Мал. 4.44. Ведамасць абслугоўвання на месцы

Прыборы трапляюць у спіс (абслугоўванне) пры ўводзе новай прыходнай ведамасці.

Рэдагаванне ўласцівасцей прыбора (тып, заводскі №, від паверкі, падраздзяленне) тут не ажыццяўляецца. Усе гэтыя параметры бяруцца з уваходнай ведамасці.

Выдача прыбораў на абслугоўванне ажыццяўляецца шляхам выбару аднаго ці некалькіх прыбораў са спісу. Затым з меню «Абслугоўванне» выбіраецца пункт «Выдача ў абслугоўванне» («Выдача в обслуживание») (мал. 4.45). У форме, якая адкрылася, трэба адзначыць адказнага выканаўца, якому будуць выдадзены прыборы. Пры выдачы прыбораў старонняму прадпрыемству ў форме, акрамя выканаўцы, трэба адзначыць і прадпрыемства-выканаўцу. Від абслугоўвання і паверыцель устанаўліваюцца апцыйна.

заводской №	тип	вид обслуживания	вид поверки
210045	ТСМ-0193-01	<нет>	вед.поверка
210051	ТСМ-0193-01	<нет>	вед.поверка
210052	ТСМ-0193-01	<нет>	вед.поверка
210001	ТСМ-1088	<нет>	вед.поверка
336455	22ДИВ-2310	<нет>	вед.поверка
0304	Н 339	<нет>	гос.поверка
1417	Н 339	<нет>	гос.поверка

Мал. 4.45. Пункт «Выдача ў абслугоўванне»

Пры звароце прыбораў з абслугоўвання з меню «Абслугоўванне» выбіраецца пункт «Зварот з абслугоўвання». Калі абслугоўванне прайшло паспяхова, то адзначаецца «Абслугоўванне паспяховае». Калі была неабходна паверка і яе выканалі паспяхова, то трэба ўстанавіць сцяжок «Паверка паспяхова».

Калі была дэфектацыя і ёсць акт тэхстану, то трэба прывесці нумар гэтага акта.

У праграме для звароту прыбора заказчыку аналізуюцца дзве адзнакі – прысутнасць любога сімвала на полі «Акт тэхстану» ці адзнака завяршэння абслугоўвання (фіксуецца сцяжком «Абслугоўванне завяршаецца»).

Калі рамонт быў паспяховы, а паверка не, то ўстанаўліваецца сцяжок «Абслугоўванне завершана» і здымаюцца сцяжкі «Паверка паспя-

ховая», «Абслугоўванне паспяховае». У выніку прыбор можа быць адпраўлены на абслугоўванне яшчэ раз.

У форме «Зварот прыбораў з абслугоўвання» магчыма групавая аперацыя (мал. 4.46).

заводской №	тип	вид обслуживания	вид поверки
210045	ТСМ-0193-01	<нет>	вед.поверка
210051	ТСМ-0193-01	<нет>	вед.поверка
210052	ТСМ-0193-01	<нет>	вед.поверка
210001	ТСМ-1088	<нет>	вед.поверка
336455	22ДИВ-2310	<нет>	вед.поверка
0304	Н 339	<нет>	гос.поверка
1417	Н 339	<нет>	гос.поверка

Мал. 4.46. Форма «Зварот прыбораў з абслугоўвання»

Пры ўводзе няправільнай інфармацыі адмяняецца выдача прыбораў на абслугоўванне/зварот з абслугоўвання шляхам выбару некалькіх прыбораў са спіса пункта меню «Абслугоўванне» і з меню патрэбнага пункта.

Справаводства нарадаў. На аснове інфармацыі аб закрытых заказах майстрам складаюцца нарады на выкананыя работы. Разлікі выконваюцца на аснове даных аб відах выкананых работ, нарматываў часу на гэтыя рабо-ты, тарыфах (у залежнасці ад разраду выканаўцы).

Нарад можа афармляцца на работу, выкананую брыгадай ці выканаўцам, які працуе індывідуальна (у гэтым выпадку ў праграме выканаўца прадстаўляецца як брыгадзёр сваёй уласнай брыгады).

Для ўводу новага нарада выбіраецца майстар, брыгадзёр, фіксуецца год і месяц нарада. Выкарыстоўваецца каэфіцыент як працэнт выканання вытворчага задання.

Пасля ўводу новага нарада трэба зайсці на закладку «Разлік умоўна-выдзеленай сумы» («Расчет условно-выделенной суммы»),

у якой знаходзіцца спіс усіх членаў выбранай брыгады, і для кожнага члена брыгады праставіць «Колькасць гадзін». На полі «Налічана» аўтаматычна разлічваецца «Умоўна-выдзеленая сума» (СУВ).

$$\text{СУВ} = (\text{Табвр}_1 \cdot \text{Тар}_1 + \text{Табвр}_2 \cdot \text{Тар}_2 + \dots + \text{Табвр}_i \cdot \text{Тар}_i) \cdot K,$$

дзе Табвр_i – табельны час (табельное время), які патраціў i -ты член брыгады; Тар_i – тарифная пагадзінная стаўка i -га члена брыгады; K – каэфіцыент выканання.

Форма мае выгляд (напрыклад) (мал. 4.47).

ФИО	разряд	кол-во часов	тарифная ставка	сумма
БРУЙ Н.И.	4 разряд	160	332.4	53184
ИГНАТЕНЯ Р.И.	4 разряд	160	332.4	53184
ЗАЛИВАЛОВА Т.А.	4 разряд	160	332.4	53184
ДЮДИНА М.М.	4 разряд	160	332.4	53184
КИРЕЕВА Р.И.	4 разряд	123	332.4	40885.2
СОРОКИНА А.В.	4 разряд	123	332.4	40885.2
ПЕРЕПЕЧКО В.М.	6 разряд		435.8	0
ГУРИНОВИЧ Т.А.	4 разряд		332.4	0
ШЕВЕЛОВА Т.А.	4 разряд		332.4	0

Мал. 4.47. Закладка «Разлік умоўна-выдзеленай сумы»

Для разліку сумы работ, выкананых брыгадай, трэба перайсці на закладку «Разлік работ брыгады» (мал 4.48).

Для аўтаматычнага ўключэння прыбораў у нарад трэба націснуць кнопку «Разлічыць».

Пры ўводзе новага нарада (справаводства нарадаў – прагляд) з майстрам і брыгадзірам маем спіс работнікаў гэтай брыгады. У слупок «Колькасць гадзін» трэба праставіць час, які затраціў на працягу месяца кожны работнік. Пры выхадзе з гэтай закладкі сума па ўсіх работніках будзе занесена ў поле «Налічана» аўтаматычна.

Функцыя ўліку запасных частак і матэрыялаў. Разглядаемая падсістэма дазваляе ствараць інфармацыйнае поле адносна руху запасных частак і матэрыялаў, якія патрэбны для служб метролага і КИПиА.

Информационная система учета оборудования - [Ведение нарядов - просмотр]

Режим | Операции | Запросы | Текущие отчеты | Справочники | Оборудование | Планы проверок | Отчеты | Склад | КИПиА | Окна

ID наряда: 21 год: 2000 месяц: Сентябрь

мастер: 137903 ДОЗОРЦЕВ Н.С.

бригадир: 127596 ПЕРЕПЕЧКО В.М.

коэффициент: 1 начислено: 294506.4
выбрано приборов: 323.29

Список | Реквизиты | Расчет условно-выделенной суммы | Расчет работ бригады

включен в наряд не включен в наряд Рассчитать

включен	тариф	время	ставка	ID типа	тип прибора	заводской №	дата заказа	категория ремон
✓	0	0.00	0	439	Э 365	307534	08.06.2000	рем. II кат.
✓	0	0.00	0	439	Э 365	307535	08.06.2000	рем. II кат.
✓	0	0.00	0	439	Э 365	86158801	08.06.2000	рем. II кат.
✓	0	0.00	0	439	Э 365	87229980	08.06.2000	рем. II кат.
✓	6		435.8	422	Ш-78	9722	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	423	Ш-79	1365	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	423	Ш-79	6649	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	423	Ш-79	9278	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	423	Ш-79	4068	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	423	Ш-79	1208	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	423	Ш-79	1134	25.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	422	Ш-78	4248	31.07.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	470	ЭП-4702	2209	03.08.2000	вед.поверка
✓	6		435.8	422	Ш-78	3338	17.08.2000	вед.поверка
✓	5	0.00	372.9	239	МП-4У	Не определен	01.09.2000	рем. I кат.
✓	3	0.70	293.9	466	ЭКМ	395651	05.09.2000	рем. II кат.
✓	3	0.40	293.9	245	МТ	Кол-во 14	05.09.2000	рем. I кат.
✓	3		293.9	245	МТ	Кол-во 14	05.09.2000	вед.поверка

Мал. 4.48. Зкладка «Разлік работ бригадай»

Асноўнымі дакументамі падсістэмы склад з'яўляюцца «Прыходны ордэр» («Приходной ордер»), «Патрабаванне» («Требование»), «Лімітна-заборная ведамасць» («Лимитно-сборочная ведомость»), «Журнал уліку электронных кампанент» («Журнал учета электронных компонент»), «Ведамасць спісання» («Ведомость списания»).

Для разліку рэальнай (аператыўнай) колькасці матэрыялаў на складзе ($K_{\text{апер}}$) выкарыстоўваецца формула

$$K_{\text{апер}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{патр}} - K_{\text{лзв}} - K_{\text{ж}},$$

дзе $K_{\text{пр}}$ – колькасць матэрыялаў, якія паступілі па прыходных ордэрах; $K_{\text{патр}}$ – колькасць матэрыялаў, якія паступілі па патрабаваннях; $K_{\text{лзв}}$ – колькасць матэрыялаў, якія выдадзены па лімітна-заборных ведамасцях; $K_{\text{ж}}$ – колькасць матэрыялаў, якія выдадзены пад рамонт канкрэтных прыбораў (журнал уліку электронных кампанент).

Аператыўная колькасць з'яўляецца тым лімітам, які абмяжоўвае выдачу матэрыялаў з дапамогай падсістэмы.

Акрамя аператыўнай колькасці матэрыялаў, разлічваецца таксама інфармацыя аб справаздачнай колькасці матэрыялаў ($K_{\text{спр}}$):

$$K_{\text{спр}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{патр}} - K_{\text{слзв}} - K_{\text{сж}},$$

дзе $K_{слзв}$ – колькасць спісанага матэрыялу з лімітна-заборных ведамасцей майстроў; $K_{сж}$ – колькасць спісанага матэрыялу з журнала ўліку электронных кампанент.

Пры рэгістрацыі на аснове шыфру і кошту дабаўляецца новы запіс у даведнік матэрыялаў, калі такія матэрыялы не былі занесены раней у базу даных. Даведнік матэрыялаў мае наступныя рэквізіты: код матэрыялу, назву, кошт, адзінку вымярэння, балансавы нумар, НДС у працэнтах і грашовым эквіваленце, утрыманне каштоўных металаў (КМ). Даныя аб удзельным утрыманні КМ бяруцца з патрабаванняў на атрыманыя запасныя часткі ці матэрыял. Аналагічна вядуцца даведнікі адзінак вымярэння і відаў лому каштоўных матэрыялаў.

Даведнік відаў лому мае наступныя рэквізіты: код лому, назву, адзінку вымярэння, працэнт звароту каштоўных матэрыялаў па змаўчанні.

Запасныя часткі і расходныя матэрыялы з суправаджальнымі дакументамі (патрабаванне ці прыходны ордэр) паступаюць на склад КППіА, дзе кладаўшчык іх рэгіструе ў базу даных. Пры рэгістрацыі ўказваецца назва, нумар, дата афармлення суправаджальнага дакумента, кім аформлены, а таксама назва матэрыялу ці запасных частак, адзінка вымярэння і іх колькасць. Для рэгістрацыі новага паступлення матэрыялу на склад адкрываецца пункт меню «Склад» і ў залежнасці ад суправаджальнага дакумента выбіраецца падпункт меню «Прыходны ордэр» ці «Патрабаванне». Кладаўшчык мае магчымасць прагледзець гісторыю паступлення матэрыялу і запасных частак за вызначаны перыяд (па змаўчанні гэты перыяд роўны аднаму году).

Запасныя часткі (электронныя кампаненты) выдаюцца выканаўцам пад рамонт канкрэтнага сродку аўтаматызацыі, што фіксуецца ў электронным дакуменце. Пры выдачы матэрыялаў з каштоўнымі металамі неабходна атрымаць ад выканаўцы лом, што таксама можна зафіксаваць у базе даных як выдачу запасных частак «у крэдыт».

Для рэгістрацыі выдачы запасных частак (электронных кампанент) пад рамонт канкрэтнага прыбора ў меню «Склад» выбіраецца пункт «Журнал уліку электронных кампанент».

Расходныя матэрыялы выдаюцца са склада майстрам з афармленнем лімітна-заборнай ведамасці. Па ініцыятыве кладаўшчыка магчыма друкаванне цвёрдай копіі лімітна-заборнай ведамасці.

Для стварэння пустой лімітна-заборнай ведамасці неабходна ўвесці наступныя даныя: майстар, нумар дакумента і перыяд дзеяння. Для налічэння матэрыялаў неабходна ўвесці код матэрыялу, кошт, колькасць і

дату выдачи. Усё гэта адлюстроўваецца ў падпункце меню «Лімітна-заборная ведамасць – Прагляд».

Для спісання расходных матэрыялаў існуе падпункт меню «Ведамасць спісання – Прагляд», які ў рэжыме рэдагавання выбірае майстар.

У ніжняй частцы акна адлюстроўваюцца матэрыялы, якія выдадзены раней на лімітна-заборную карту майстра, а ў верхняй частцы – матэрыялы, якія належаць спісанню. Для дабаўлення запісу ў матэрыялы, якія належаць спісанню, трэба выбраць назву матэрыялу ў ніжняй частцы і выбраць пункт меню «Аперацыя» – «Дабавіць».

Выгляд акна з гэтым дакументам прадстаўлены на мал. 4.49.

№	ID материала	Код получателя	Кол.	ID обслуживания	Шаг обслуживания
1	025113212	14890	2		
	025376127	14890	1		

Наименование	Др. мет.	Цена	Код материала	Кол-во
УАЙТ-СПИРИТ	N	0,9	025113212	2
МАСЛО ТРАНСФ	N	134353	025376127	1
СОЛИДОЛ ЖИРОВОЙ	N	131	025411041	1
СТАЛЬ ЗСП УГЛ 25*25	N	9	093120270	1
СТАЛЬ-З Д-16	N	16	093207528	1

Мал. 4.49. Подпункт меню «Ведамасць спісання – Прагляд»

Пасля рэдагавання канчатковае спісанне можна ажыццявіць, націснуўшы кнопку «Закрыць». У выніку будзе створана новая лімітна-заборная ведамасць з занясеннем рэшткаў матэрыялаў. Ведамасць становіцца недаступнай для рэдагавання.

Кантрольныя пытанні

1. Прызначэнне і тыпавыя функцыі SCADA-сістэм.
2. Пералічыце асноўныя крытэрыі выбару SCADA-сістэмы.
3. Растлумачце працэс стварэння экранных форм (мнемасхем) аб'ектаў і органаў кіравання.

4. Як ажыццяўляецца апрацоўка адмысловых станаў у SCADA-сістэме?

5. Якая архітэктурна аўтаматызаванай сістэмы кантролю і ўліку электраэнергіі на прадпрыемстве?

6. У чым сутнасць аўтаматызаванага дыспетчарскага кіравання тэхналагічнымі працэсамі ў нафтагазавай галіне?

7. Пералічыце варыянты аптымізацыі пры аўтаматызаваным дыспетчарскім кіраванні рэктыфікацыйнай калонай перапрацоўкі нафты.

8. Як арганізавана АРМ дыспетчара энергаблока цеплаэлектрастанцыі?

9. Якая структура аўтаматызаванай інфармацыйнай сістэмы ўліку і кантролю метралагічнага абсталявання?

ЛІТАРАТУРА

1. Управляющие вычислительные комплексы: учеб. пособие / Н. Л. Прохоров [и др.]; под ред. Н. Л. Прохорова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
2. Автоматизация управления предприятием / В. В. Баронов [и др.]. – М: ИНФРА-М, 2000. – 239 с.
3. Якимов, А. И. Имитационное моделирование в ERP-системах управления / А. И. Якимов, С. А. Альховик. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 197 с.
4. Григорьев, Л. И. Автоматизированное диспетчерское управление технологическими процессами в нефтегазовой отрасли: от практики к теории / Л. И. Григорьев; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. – М.: Нефть и газ, 2005. – 27 с. – (Академические чтения. Вып. 15).
5. Кузьмицкий, И. Ф. Теория автоматического управления / Ф. Кузьмицкий, Г. Т. Кулаков. – Минск: БГТУ, 2006. – 483 с.

ЗМЕСТ

УВОДЗІНЫ	3
1. АГУЛЬНЫЯ ПАНЯЦЦІ АБ АЎТАМАТЫЗАВАННЫХ СІСТЭМАХ КІРАВАННЯ	4
1.1. Класіфікацыя вытворчых сістэм (прадпрыемстваў)	4
1.2. Функцыі і падсістэмы кіравання прадпрыемствам	6
1.3. Метады тэорыі кіравання, якія выкарыстоўваюцца ў АСКП ...	7
1.4. АСК: падсістэмы і ўзроўні кіравання	11
1.5. Інструментальнае забеспячэнне АСК	14
1.5.1. Тэхнічныя сродкі АСК	15
1.5.2. Тэлекамунікацыйныя сродкі АСК.....	22
1.5.2.1. Эталонная мадэль узаемадзеяння адкрытых сістэм (OSI-мадэль)	22
1.5.2.2. Тапалогія лакальнай прамысловай сеткі	25
1.5.2.3. Апаратныя кампаненты ЛПС.....	30
1.5.3. Інфармацыйнае забеспячэнне аўтаматызаванага кіравання	33
1.5.3.1. Інфармацыйнае забеспячэнне АСК на аснове аб'ектна-арыентаваных і аб'ектна-рэляцыйных баз даных	33
1.5.3.2. Інфармацыйнае забеспячэнне АСК на аснове размеркаваных баз даных.....	38
1.5.4. Матэматычнае і алгарытмічнае забеспячэнне АСК	39
1.5.4.1. Матэматычнае забеспячэнне АСК	39
1.5.4.2. Структура і змест інфармацыйнага забеспячэння маркетынгу.....	45
1.5.4.3. Інструментальная падтрымка маркетынгавай дзейнасці	47
1.5.4.4. Выбар крытэрыяльнага функцыяналу ў бэлманаўскіх мадэлях эканамічнай дынамікі	55
1.6. Праблемы кіравання актыўнымі сістэмамі (АС)	58
2. MRP і ERP-СІСТЭМЫ	68
2.1. Канцэпцыі MRP, MRP-2 і ERP	68
2.2. Функцыянальныя кампаненты ERP-сістэм	76
2.2.1. Прагназаванне эканамічных працэсаў	76

2.2.2. Кіраванне праектамі і праграмамі	80
2.2.3. Планаванне вытворчасці і складанне графіка выпуску прадукцыі	82
2.2.4. Кіраванне запасамі (незалежныя сістэмы)	87
2.2.5. Планаванне патрэб у рэсурсах	94
2.2.6. Кіраванне матэрыяльнымі рэсурсамі і забеспячэннем	100
2.3. Прыклад рэалізацыі ERP-сістэмы: АСК «1С: Прадпрыемства 8.0. Кіраванне вытворчым прадпрыемствам»	103
2.3.1. Агульная канцэпцыя	103
2.3.2. Базавыя модулі	104
2.3.3. Рэалізацыі ў вытворчасці.....	108
2.3.3.1. «1С: Кіраванне будаўнічай арганізацыяй».....	108
2.3.3.2. «1С-Лагістыка: Кіраванне перавозкамі».	109
2.4. Прыклад рэалізацыі ERP-сістэмы: імітацыйная мадэль дзейнасці прадпрыемства BelSim 2003 [3]	112
2.4.1. Кампаненты імітацыйнай мадэлі.....	112
2.4.2. Методыка мадэлявання дынамікі выканання кантрактаў	124
3. MES-СІСТЭМЫ	130
3.1. Матэматычнае і алгарытмічнае забеспячэнне АСК вытворчасцю.....	130
3.1.1. Сістэмны аналіз і класіфікацыя шматасартыментных хімічных вытворчасцей	130
3.1.2. Алгарытм вызначэння аб'ёму запуску і апрацоўкі дэталей (прадуктаў)	138
3.1.3. Метады аўтаматызацыі фарміравання раскладу работы абсталявання.....	141
3.2. Прызначэнне і тыпавыя функцыі	152
3.3. Аператыўна-каляндарнае (дэтальнае) планаванне	154
3.4. Дыспетчарызацыя вытворчых працэсаў у цэху	157
4. SCADA-СІСТЭМЫ	161
4.1. Прызначэнне і функцыі	161
4.2. Крытэрыі выбару SCADA-сістэмы	162
4.2.1. Агульныя падыходы	162
4.2.2. Эксплуатацыйныя паказчыкі	162
4.2.3. Эканамічныя паказчыкі	163
4.2.4. Тэхнічныя паказчыкі.....	164
4.3. Элементы SCADA-сістэм.....	167

4.3.1. Экранныя формы (мнемасхемы) аб'ектаў кіравання і органаў кіравання (статыка і анімацыя)	167
4.3.2. Апрацоўка асаблівых станаў («трывогі і падзеі»)	172
4.3.3. Пратакаліраванне інфармацыі аб ходзе тэхналагічнага працэсу (падзеі і трэнды)	174
4.3.4. Кіраванне зменнымі (тэгамі).....	175
4.3.5. Рэалізацыя алгарытмаў кіравання	176
4.3.6. Кіраванне ўводам/вывадам	177
4.3.7. Кантроль і кіраванне доступам.....	179
4.4. Прыклады рэалізацыі SCADA-сістэм	180
4.4.1. Аўтаматызаваная сістэма кантролю і ўліку электраэнергіі на прадпрыемстве	180
4.4.2. АСКУЭ «Меркурый-энергаўлік»	182
4.4.3. Аўтаматызаванае дыспетчарскае кіраванне тэхналагічнымі працэсамі ў нафтагазавай галіне	185
4.4.4. Аўтаматызаванае дыспетчарскае кіраванне рэктыфікацыйнай калонай перапрацоўкі нафты	190
4.4.5. АРМ дыспетчара энергаблока цеплаэлектрастанцыі ...	197
4.4.5.1. Прызначэнне, функцыі і склад.....	197
4.4.5.2. Дыспетчар тэхналагічных задач	198
4.4.5.3. Тэхналагічныя задачы і іх базы даных	206
4.4.6. Аўтаматызаваная інфармацыйная сістэма ўліку і кантролю метралагічнага абсталявання	209
4.4.6.1. Асноўныя элементы дыялогу с карыстальнікам ..	209
4.4.6.2. Асноўныя элементы ўводу і адлюстравання інфармацыі	210
4.4.6.3. Парадак работы з АРМ.....	213
4.4.6.4. Парадак работы з выбранымі па запыце запісамі.....	219
4.4.6.5. Справаводства кантрольна-вымяральных прыбораў і аўтаматыкі (КВПіА).....	227
ЛІТАРАТУРА.....	233

Вучэбнае выданне

Барашка Алэг Георгіевіч
Грыгор'еў Леанід Іванавіч
Кузьміцкі Іосіф Феліцыянавіч

АЎТАМАТЫЗАВАННЯ СІСТЭМЫ КІРАВАННЯ ВЫТВОРЧАСЦЮ

Вучэбны дапаможнік

Камп'ютэрны набор і вёрстка *О. Ю. Шантаровіч*
Рэдактар *М. А. Юрасава*

Падпісана да друку 17.12.2009. Фармат 60×84¹/₁₆.
Папера афсетная. Гарнітура Таймс. Друк афсетны.
Ум. друк. арк. 13,8. Ул.-выд.арк. 14,2.
Тыраж 200 экз. Заказ .

Установа адукацыі
«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».
220006. Мінск, Свярдлова, 13а.
ЛІ № 02330/0549423 ад 08.04.2009.

Аддрукавана ў лабараторыі паліграфіі ўстановы адукацыі
«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».
220050. Мінск, Свярдлова, 13.
ЛП № 02330/0150477 ад 16.01.2009.