

## MANAGEMENT OF COMPLEX DYNAMIC SYSTEMS

**Abstract:** Automated systems are an innovative way for efficient logistics management of manufacturing processes in the manufacturing company, helping to optimize production costs and norms, monitor real-time processes, increase the overall efficiency of the production-logistics system, and minimize subjective deviations of standardization norms derived from the human factor.

---

### Author information:

#### Plamen Dyankov

Senior assistant, DSc, Eng.

Lecturer at department of Engineering logistics  
at Konstantin Preslavski – university in Shumen

✉ p.dqnikov@shu.bg

🌐 Bulgaria

### Keywords:

Mathematical models, complex systems,  
manufacturing systems.

**Е**дна от най-съществените класификации на системите е в два големи класа: прости и сложни. Относително простите се отнасят до системи с краен брой елементи, краен брой входове и изходи, напълно детерминирани функции, позволяват построяването на точни математически модели на функционирането им. Решават отделна задача на даден обект без да се интересуват от тяхната взаимна обвързаност. Пример : класификация на САР и САУ.

Сложните системи са тези, които се характеризират с голяма размерност на входове, изходи и съставни елементи, множество от сложни взаимни връзки и отношения на елементите: многокритериалност за постигане на целта и многообразие на изискванията и ограниченията; невъзможност за съставяне на пълен математичен модел и необходимост от използване на различни езици за пълно и всестранно описание; задължително намиране на взаимодействие в системата между хората (оператори) и техническите средства, йерархичност на структурата.[3]

Сложните системи се разглеждат като подредена съвкупност от голям брой взаимосвързани и взаимодействащи си елементи, зададени с множества моменти на времето, входни и управляващи величини, вътрешни състояния и изходни величини и оператори на връзките.[1]

Производствените системи, като единство от технико-технологичен и организационно-икономически процес се отнасят към класа на сложните големи производствени системи (СГПС), а системите осъществяващи процесите на управление в тях- към класа на сложните системи за управление (ССУ). На ниво промишлено предприятие ССУ са известни като автоматизирани системи за управление (АСУ), които се характеризират с това, че човекът оператор (ЧО) в тях, наравно с всички технически средства (ТС) за управление, се явява също управляваща подсистема, т.е. това са човеко- машинни (ергатици) системи. С навлизане на микроелектрониката и компютърната техника, това понятие се трансформира в компютърни интегрирани системи за управление (КИСУ).

КИСУ решават в един цикъл от началото до края дадена задача комплексно, в пълен обхват от време, пространство, материални, умствени, морални и други

ресурси.[5] Подсистемите решават отделни части на компютърната система. Те решават четири основни задачи на управлението на производствената система:

- събиране и предаване на информацията за обекта на управлението;
- обработване на информацията по предварително зададени аргументи;
- формиране и предаване на управляващи въздействия към обекта;
- реализиране на закона за управление.

На ниво производствено предприятие КИСУ се разделят на два големи класа:

- на първо (долно) ниво се разполагат ССУ от технико технологичен тип, наричани системи за управление на технологични процеси или АСУТП;

- на второ (горно) ниво в йерархията на производственото предприятие се разполагат ССУ от организационно – икономически тип, наричат се системи за управление на предприятието или АСУП;

Характерни особености на автоматизирани системи за управление на технологичните процеси (АСУТП) са:

- обектите на управлението са неодушевени, технологични процеси;
- критериите на управление са от технологично естество, насочени към възможно по-добро реализиране на технологичния процес от гледна точка на технологията;
- информацията за състоянието на технологичния процес и управляващите въздействия към обекта за управление се пренасят чрез сигнали най-често електрически, и в по-редки случаи пневматични или хидравлични.[7]

Характерни особености на автоматизирани системи за управление на предприятието (АСУП) :

- обектите на управление са хора – длъжностни лица, ръководители от различен ранг или цели колективи от хора отдели, служби и т.н., т.е. обекта за управление е одушевен;

- критериите за управление са от производствено – икономически тип, насочени към по-доброто реализиране на производствения процес като цяло и отделни негови етапи (фази). Производствения процес се разглежда като подредена последователност, съвкупност от технологични и спомагателни процеси;

- информацията в системата се пренася с помощта на носители или технически средства за възприемане на ниво, зрителни и слухови образи, т.е. за възприемане от човек.

АСУП съгласува работата на производствените и управленските звена, комплекси, планира, отчита и анализира цялата организационно – икономическа дейност на предприятието.[8]

В йерархичната структура на управление на предприятието старша ССУ е АСУП, а подчинена АСУТП. От гледна точка на организацията и осъществяване на взаимодействието между системите от двете нива е необходимо постигане на съвместимост и синхронизация на разнородните по тип системи. Това се решава по пътя на вертикалната интеграция между тези системи. Когато на долното ниво функционира не една, а повече АСУТП е възможно организиране на мрежа за обмен на данни между тях. В такива случаи за разлика от вертикалната интеграция, когато се обединяват разнородни по тип АСУ, се наблюдава трети аспект: хоризонтална интеграция, когато се обединяват при функционирането си АСУ еднородни по тип.[4]

Структурата  $S$  на сложните динамични системи представя относително устойчивото подреждане на вътрешните пространствени връзки между елементите на системата, т.е.  $S$  е инвариантната във времето определеност на връзките, които

дефинират функционалното предназначение на СДС и нейното взаимодействие с околната среда.[7] Характеристиката „структура” е свързана с възможността за декомпозиция на системата на съставните ѝ части. Този подход е базов при процесите на „анализ” и „синтез” на СДС, каквито са КИСУ.

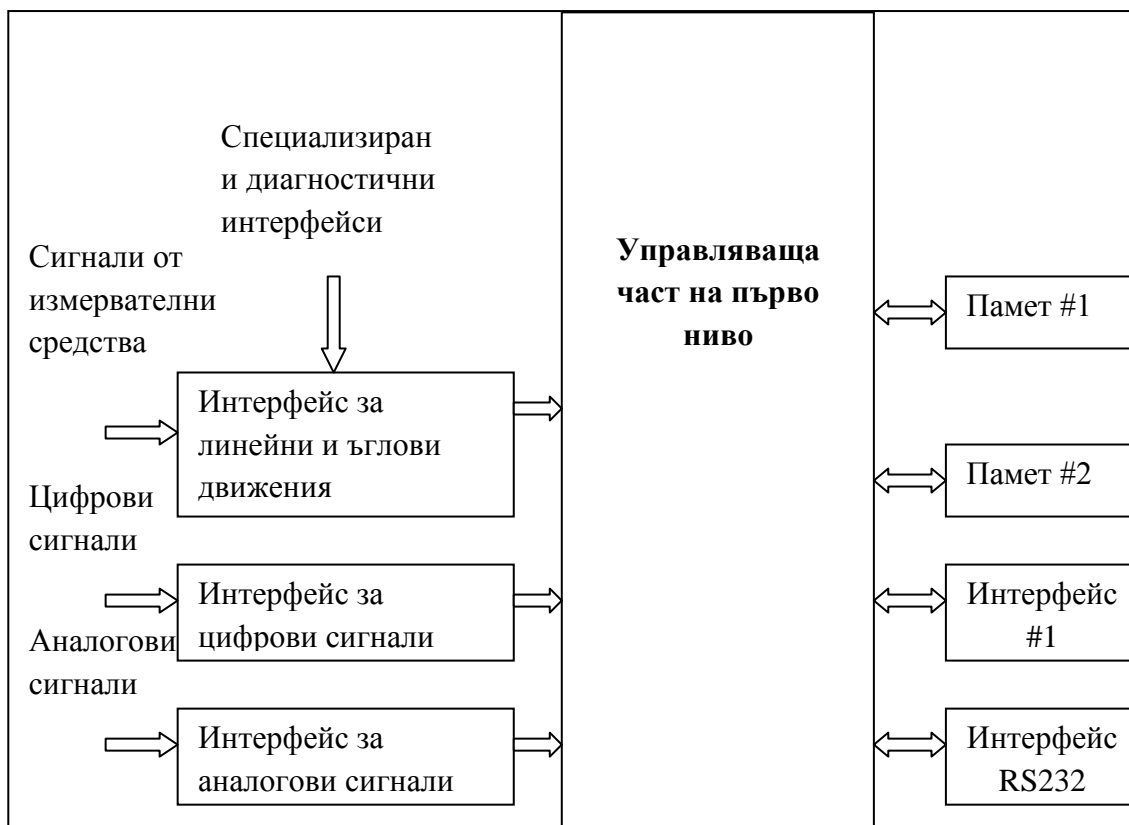
Разглеждането на системата от страна на „наблюдателя” поражда определен „вид” на нейната структура: когато се анализира комплекса от технически средства (КТС), свързани в единно функциониращо цяло и осигуряващи физически реализирането на ЗФС; когато се разглеждат функциите, които изпълняват всички елементи на системата, в тяхната „подреденост” и „взаимосвързаност” и образуващи ЗФС, казваме, че се „опознава „функционалната структура” (ФС). Когато се анализира множеството от хора, организирани и подредени по длъжностните си характеристики се има предвид „организационната структура” (ОС).

Техническата структура представлява „машинната” страна на „човеко – машинната” система, организационната структура – човешката страна, а функционалната структура- обединяването на възможностите на първите две страни, за превръщането им в единно функциониращ комплекс за постигане на крайната цел. Техническа структура е тази, чийто елементи са устройствата от комплекса технически средства на системата, а също така и множество на линиите на мрежата за връзка, осигуряващи превръщането на КТС в единно функционално цяло, т.е. в АСУТП.

Важна характеристика на техническите средства на тези системи е нейната йерархичност, което произтича от определеността ѝ като сложна динамична система. Това означава подреденост на всички технически средства от КТС по точно определени нива в йерархията, съответстващи на степента на отговорност на реализираните от тях функции. Стремешът на човека да създава технически средства и системи за управление на различните обекти, като чрез своите функции пресъздава процеса на връзка с околната среда са довели до създаване на САР- системи за автоматично регулиране. В хода на техническата еволюция се развиват и САР в посока на постепенно появяване в тях на някои белези на сложните динамични системи.[3]

Комплексът технически средства, като база за изграждане на ТС на КИСУТП, включва много голям брой и различни по функционалното си предназначение. Анализиранието им е възможно само след класификация по съществени техни характеристики. Така се формират няколко *функционални групи ТС*:

- технически средства – „първични преобразуватели” или „сензорно модули”;
- технически средства – „вторични преобразуватели”, „нормализатори”;
- технически средства – УВО (устройства за връзка с обекта) от страна на КУК;
- технически средства за същинска обработка на информация (УКС);
- технически средства за персонална връзка ( ПВ);
- технически средства за отчитане на времето ( таймери);
- технически средства за предаване на данни (СПД);
- технически средства за външна памет (СВП);
- технически средства за въвеждане/ извеждане на данни посредством носител;
- технически средства – крайни изпълнителни механизми (устройства) и др.



**Фиг.1 Първо ниво на диагностична система**

*Функционална структура*

Функциите на КИСУТП могат да се класифицират в 3 групи:

- информационни (ИФ);
- управляващи (УФ);
- спомагателни (СФ).

Информационните функции са тези, чиято цел е събирането, преобразуването и съхранението на ТОУ и представянето и за следваща обработка. Управляващите функции са тези, чиято цел е изработването на решение и осъществяване на управляващи въздействия към ТОУ. Спомагателните функции са тези, чиято цел е решаването на вътрешно-системни задачи, които не касаят потребителя извън системата.



**Фиг.2** Диагностична система на второ ниво

За нормалното функциониране на диагностичната система като цяло е необходимо между тези две части да има тясна връзка.

В първо ниво се включват модулите за диагностичен интерфейс, технически средства, алгоритми в съответствие с методите за диагностика на кинематичната система и системата за управление на ММ и средствата за тяхното реализиране, „първична диагностична информация” с всички необходими средства за цялостното им управление. Връзката между нивата на диагностичната система е прието тя да се осъществява двупосочно чрез стандартния сериен интерфейс RS232.[5]

Във второ ниво се включват модулите: еталонна информация, алгоритми за сравнение, техническо състояние, икономически данни и експертна оценка.

Съществува метод за комплексна диагностика на ММ и структура за неговата реализация, който позволява извършване на диагностика на кинематичната система и системата за управление на различни типове ММ, като в структурата са дефинирани функциите на отделните звена и информационните връзки между тях по отношение съдържание на информацията и посоката на нейното пренасяне в процеса на диагностика.

### References:

1. Bereznoy V.I., Porohnya T.A. Vidy logisticheskikh potokov i ih modelirovanie // Vestnik SevKavGTU. Seria "Экономика": sb. nauch. tr.–2002.–№2.// [http://science.ncstu.ru/articles/econom/7/06.pdf/file\\_download](http://science.ncstu.ru/articles/econom/7/06.pdf/file_download).
2. Ivashtenko A.V., Stalykin A.A., Kalыshenko U.M. Primenenie me- todologii UML pri avtomatizatsii upravleniya biznes-protsessami // Электр. zh-l "Issledovano v Rossii". – S. 1049-1053 // <http://zhurnal.ape. relarn.ru/articles/2004/094.pdf>.
3. Katochkov V.M. Voprosy metodologii logistiki vzaimodeyst- vuyushtih potokovykh protsessov // Izvestia Chelyabinskogo nauchnogo tsentra. – 2005.
4. Shalamov A.S., Kaaly S.A. Uproshtennaya modely logistiki sistema materialnykh obaektov mnogorazovogo ispolzovania // Logistika se- godnya. – 2006
5. Anderson E.G., Morrice D.J. A simulation model to study the dynamics in a service-oriented supply chain // Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference.

6. Knaak N., Page B. Applications and extensions of the unified modeling language UML 2 for discrete event simulation // I.J. of Simulation. – 2007. – Vol. 7.
7. Sanchez P. J. Fundamentals of simulation modeling // Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference.
8. Waters D. Logistics. An introduction to supply chain management. – New York: Palgrave macmillan,2003