

DINAMIK TIZIMLARNI KOMPYUTERLI MODELLASHTIRISHDA MATLAB / SIMULINK MUHITIDAN FOYDALANISH

Maxmadiyev B. S., Mallayev A. R. - Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrası dotsentlari (QarMII).

Статья посвящена инженерным методам моделирования процессов и систем с использованием методов графического(визуального) программирования в среде системы MatLAB/Simulink.

Ключевые слова: MatLAB, Simulink, метод, модель, процесс, система, визуаль, график, программа, Eureka, Gauss.

Article deals with engineering methods for modeling and simulation of systems and processes with graphical (visual) programming methods. MatLAB / Simulink software environment is used mainly.

Keywords: MatLAB, Simulink, methods, models, processes, systems, visual, graphic program, Eureka, Gauss.

Kirish. Bugungi kunda zamonaviy kompyuter matematikasi, vizual modellashtirish, hisoblash va loyihalash kabi ishlarni avtomatlashtirish uchun Eureka, Gauss, MatLAB, MathCAD, Mathematica, Maple va boshqa dasturiy tizimlar va dasturlarning to'plamlarini taklif qiladi. Ular orasida MatLAB imkoniyatlari va samaradorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi. MatLAB yordamida vizual modelni tarmoqlarda kechadigan fizik jarayonlarga yaqinlashtirilgan holda amalga oshirish, ya'ni murakkab dinamik jarayonlarni real vaqt masshtabidagi vizual modelini qurish imkonini beradi. Buning uchun MatLAB tizimining Simulink va Power System kengaytmalar paketlaridan foydalaniladi. Bu paketlarning kutubxonalarida ko'plab virtual elementlar va o'lchov priborlari mavjud bo'lib har qanday murakkab tizimni har tamonlama tadqiq qilish mumkin.

Asosiy qism. Zamonaviy MatLAB ixtisoslashtirilgan matritsaviy tizim chegaralaridan chiqib universal integrallashgan kompyuterda modellashtirish tizimiga aylandi. Umuman olganda MatLAB, matematika faninig rivojlanishi davomida to'plangan barcha tajribalarini o'zida mujassamlashtirgan va uni grafik vizuallashtirish va animatsiya vositalari bilan uyg'unlashtirilgan noyob tizimga aylandi. MatLAB tizimining dasturlash tili an'anaviy dasturlash tillariga nisbatan afzalliklarga ega, uning imkoniyatlari juda keng bo'lib undan hisoblashlarni bajarish va jarayonlarni modellashtirish uchun fan va texnikaning barcha sohalarida foydalanish mumkin[3].

Kompyuterli modellashtirish usullari va vositalarini rivojlantirish har doim unson bilan hisoblash tizimi o'rtasidagi muloqatni soddalashtirish va dasturlash tillari masalasini muhandislik masalasiga yaqinlashtirishdan iborat bo'lgan.

MatLAB tizimida dasturlashda vizual yondashuvdan foydalanuvchi mutaxassis, modellashtirishning zamonaviy dasturiy komplekslarida, hal qilinadigan masalaning virtual modelini display ekranida shakllantiriladi. Bunda qurilgan model dasturiy ta'minot tizimi kutubxonasida mavjud yoki foydalanuvchi tomonidan yaratilgan virtual elementlar asosida o'zaro bog'langan strukturali sxema ko'rinishida hosil qilinadi. Virtual elementlar dasturlashning avtomatlashtirilgan usullaridan foydalanib, yuqori darajali dasturlash tilida yozilgan bo'lib tegishli matematik operatsiyalarni amalga oshiruvchi muhim dasturiy qism hisoblanadi.

Yechiladigan masalani strukturali sxemasini display ekranida yaratish jarayoni, masalani hal qilish dasturiga to'liq mos keladi, ushbu dastur masalaning murakkabligiga bog'liq ravishda yuzlab hatto minglab buyruqlardan iborat bo'lishi mumkin. Bunda foydalanuvchi murakkab dasturlar tuzish, kompilyatsiya qilish va rostlash zaruratidan ozod bo'ladi.

Grafik ya'ni vizual dasturlash vositalari, foydalanuvchi uchun tabiiy bo'lgan, qulay grafik shaklda, avtomatik ravishda, masalani kompyuter tiliga tarjima qiladi. Modellash tirish natijalarini grafik shaklida, masalan, vaqt yoki fazoli diagrammalar va animatsion tasvirlar shaklida taqdim qilish imkonini beradi. Bunday vositalar yordamida modellarni yaratish murakkabligi va hisoblash tajribalarini o'tkazishga ketgan vaqt sarfi an'anaviy usulda, ya'ni qo'lda har bir yangi ishlanma uchun individual dastur tuzganga nisbatan o'nlab marta kamayadi.

Vizual modellash tirishning grafik muhitlarini nisbiy arzonligi va uni ishlatish qulayligi, har bir muhandis, texnolog va boshqaruvchilar uchun kompyuterli modellash tirishdan keng foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Ayni vaqtda, vizual modellash tirishning bir necha o'nlab grafik muhitlari mavjud, ular orasidan quyidagilarni ajratib ko'rsatish mumkin:

- MathWorks Inc firmasining MatLAB dasturiy ta'minot tizimi kompleksi asosida ishlovchi Simulink ilovasi;

- National Instruments firmasining LabVIEW kompleksi. Bu muhit ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash tizimlari, shuningdek, texnik ob'ektlar va texnologik jarayonlarini boshqarish uchun ishlatiladi;

- Interaktiv Image Technologies Ltd firmasining Electronics Workbench (MultiSIM) dasturiy kompleksi. Bu muhit elektron mikrosxemalarni modellash tirish va loyihalashni avtomatlashtirish masalalarini yechish uchun ishlatiladi;

- FemLAB (COMSOL MULTIPHYSICS) dasturiy kompleksi. Bu muhit chekli elementlar usuli yordamida, hususiy hosilali integro-differensial tenglamalar bilan tasvirlanadigan, taqsimlangan parametrli modellash tirish tizimi uchun ishlatiladi. U MatLAB majmuasida yoki avtonom ishlashi mumkin.

Simulink dasturi MatLAB paketi uchun ilova hisoblanadi. MatLAB muhiti, birinchi navbatda, ma'lumotlarni qayta ishlashga (Matritsalar, Vektorlar va shunga o'xshash) yo'naltirilgan. U ko'rsatilgan turdagi ma'lumotlar bilan ishlash jarayoni samaradorligini an'anaviy dasturlash tillari(Pascal, Delphi C++ va hokazo)ga nisbatan sezilarli oshirishga imkon beradi va MatLAB tizimini Maple, MathCAD, Mathematica kabi boshqa tizimlardan ajratib turadi.

Ma'lumotlarni vektorli qayta ishlash, hisoblashlarni yuqori tezlikda bajarilishini ta'minlaydi, aksariyat hollarda foydalanuvchini takroriy hisoblash jarayonlarini yozishdan xalos etadi va zaruriy hisob aniqligini ta'minlaydi.

Simulink ilovasi dinamik tizimni alohida elementlariga mos keluvchi bloklarni birlashtirish va ularni vaqt tizimida xususiyatlarini o'rganishda muhim uskuna hisoblanadi. Simulink(S-model) vositasida vizual modellar yaratish **drag-and-drop («ko'chirib o'tkaz va qoldir»)** texnologiyasiga asoslangan. S-modelni qurish uchun Simulink kutubxonasida saqlanadigan modullardan, ya'ni bloklardan foydalanamiz[2].

Simulink kutubxonasining yaxshiligi shundaki, u bir tomondan **MatLAB**ning barcha asosiy imkoniyatlaridan foydalanishga imkon beradi, boshqa tomondan **MatLAB**ning yetarlicha mustaqil komponentasi hisoblanadi. Undan foydalanganda ilova tarkibidagi boshqa uskunalar bilan ishlash ko'nikmasiga ega bo'lish shart emas.

Modelga kiritilayotgan bloklar bir-biri bilan axborot bo'yicha va boshqarish bo'yicha bog'liq bo'lishi mumkin. Aloqa ko'rinishi blok turiga va modelni ishlash mantiqiga bog'liq bo'ladi. Bloklar orasida almashinadigan ma'lumotlar skalar, vektor yoki ixtiyoriy o'lchamli matritsalar bo'lishi mumkin.

Har qanday **S-model** ierarxik strukturaga ega ya'ni, quyi darajadagi modellardan iborat bo'lishi mumkin. Bunda ierarxik darajalar soni cheklangan emas. Modellash tirish vaqtida tizimda kechayotgan jarayonlarni kuzatish imkoniyati mavjud. Buning uchun **Simulink** kutubxonasi tarkibiga kiruvchi maxsus "kuzatish oynasi"dan foydalaniladi. Unda foydalanuvchini qiziqtirgan xususiyatlarni raqamli va grafik shaklda taqdim qilinish mumkin.

Dasturlashni strukturali va modulli printsiplarini qo'llash, turli algoritmlarni unifikatsiyalangan dastur modullari jamlanmasi ko'rinishida taqdim qilishga imkon beradi. Bu pirovardida dastur ko'rinishini yaxshilaydi, rostdashni yengillashtiradi, tuziladigan dasturiy

ta'minotning umumiy miqdorini kamaytiradi. Bundan tashqari Simulink kutubxonasi tarkibini foydalanuvchi o'zi yaratgan dastur bloklari hisobiga ham kengaytirishi mumkin.

MatLAB tarkibida grafik (vizual) dasturlash usullariga asoslangan va Simulink ilovasi bilan birgalikda ishlashga imkon beruvchi qator ilovalar mavjud:

-Aerospace Blockset- kosmik, reaktiv va turboreaktiv tizimlarni modellemeshga mo'ljallangan maxsus uskunalarini o'z ichiga oladi;

-DSP Blockset- signallarni raqamli qayta ishlash (DSP) masalalarini modellashtirish va tizimlarni loyihalash uchun mo'ljallangan. Bu kutubxonalar klassik, multipog'anali va adaptiv filtrlash, o'zgartirish, matritsali amallarni va chiziqli algebra, statistika va spektral tahlil kabi muhim amallarni o'z ichiga oladi;

-Nochiziqli Control Design Blockset- foydalanuvchiga dinamik ob'ektlar parametrlarini rostlash uchun grafik interfeysni beradi;

-SimPowerSystems- elektrotexnik va elektroenergetik qurilmalar va tizimlarni modellashtirish uchun mo'ljallangan;

-SimMechanics - yo'naltirilmagan signal graflari yordamida boshqarish tizimlarini modellashtirishga, ularni fizik modellar bilan va boshqa kutubxonalardagi modellar bilan birlashtirish imkonini beradi.

Analogli hisoblash texnikasida, algebraik tenglamalar bilan ifodalanuvchi ob'ektlarni modellashtirishning bir nechta usullari mavjud[1]. Ular orasidan keng tarqalgan usullaridan biri bu chiziqli tenglamalar tizimi bo'lib u oddiy differensial tenglamalarni yechishga keltiriladi va olingan yechimlar algebraik tenglamalar tizimi yechimini beradi.

Ma'lumki, inertsiyaga ega bo'lmagan ob'ektlarni chiziqli tenglamalar tizimi bilan umumiy holda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n &= b_n \end{aligned}$$

Bu tizimni modelini qurish uchun algebraik tenglamalar tizimini unga ekvivalent bo'lgan differensial tenglamalar tizimi bilan almashtiramiz.

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - b_1 &= 0 \\ \frac{dx_2}{dt} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n - b_2 &= 0 \\ &\dots \\ \frac{dx_n}{dt} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n - b_n &= 0 \end{aligned}$$

Barcha i -lar uchun $\frac{dx_i}{dt} = 0$ bo'lganda quyidagi yechimlarni olamiz $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Har ikkala tenglamalar tizimini ekvivalentligini, differensial tenglamalar tizimining so'nuvchi yechimlari ta'minlashi zarur. So'nuvchi yechimni ta'minlashning yetarlilik sharti, chiziqli tenglamalar tizimini koeffitsiyentlaridan tuzilgan matritsani musbat aniqlanganligi hisoblanadi. Bu, xususan, quyidagi shart bajarilganda bo'lishi mumkin $a_{ii} \geq \sum_{j=1}^n a_{ij}$, $i \neq j$.

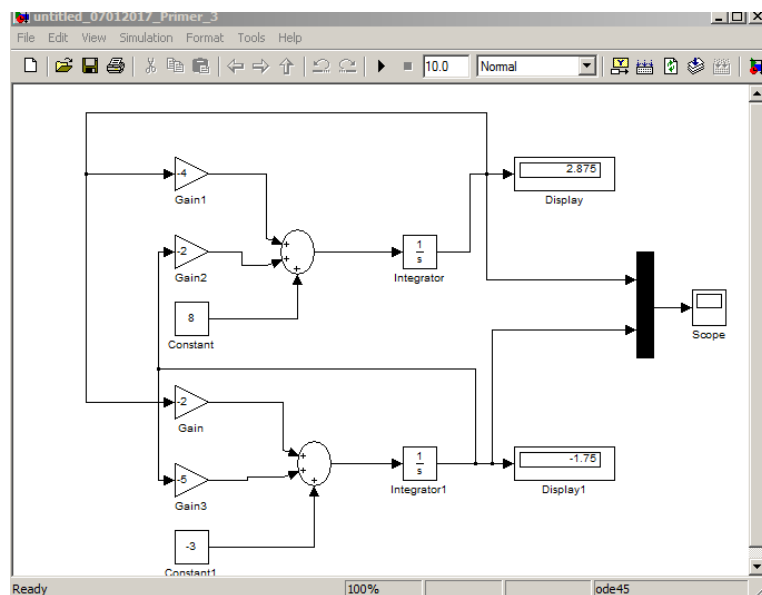
Quyida keltirilgan ikki noma'lumli chiziqli algebraik tenglamalar tizimini

$$\begin{aligned} 4x_1 + 2x_2 &= 8 \\ 2x_1 + 5x_2 &= -3 \end{aligned}$$

quyidagicha differensial tenglamalarning ekvivalent tizimiga o'tkazamiz,

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= 8 - 4x_1 - 2x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} &= -3 - 2x_1 - 5x_2. \end{aligned}$$

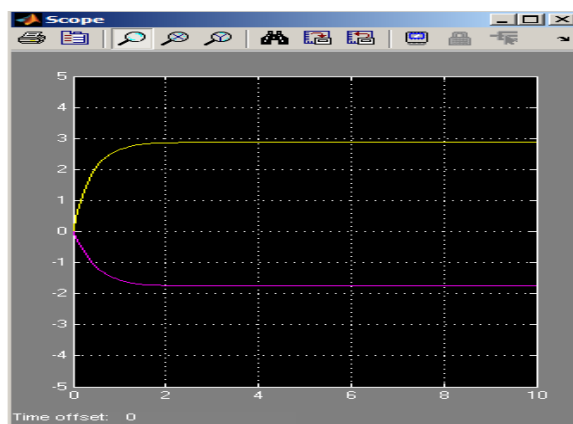
Ushbu tizim vizual modelining strukturali sxemasi quyidagicha bo'ladi(1-rasm).



1-rasm. Ikkinchi tartibli chiziqli algebraik tenglamalar tizimiga ekvivalent bo'lgan differensial tenglamalar tizimi modelining struktur sxemasi.

2-rasmdan ko'rinadiki, $t=2$ bo'lganda virtual integratorlar chiqishida, chiziqli algebraik tenglamalar tizimi yechimlariga mos keluvchi signallar chiqarilgan:

$$x_1 = 2.875, \quad x_2 = -1.75$$



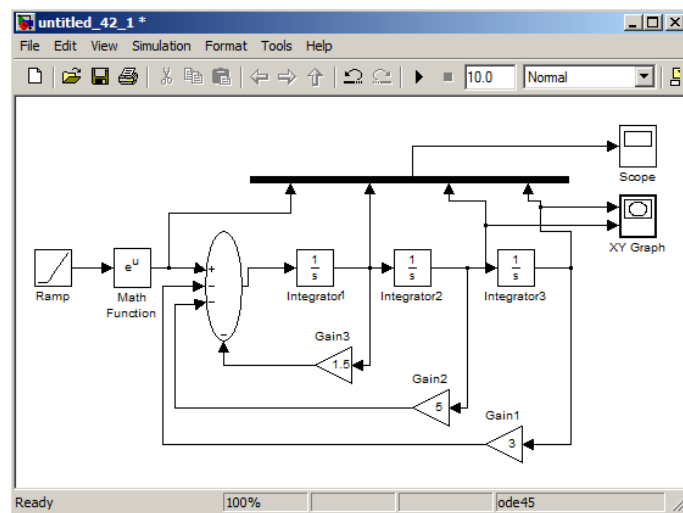
2 -rasm. Chiziqli algebraik tenglamalar tizimini unga ekvivalent bo'lgan differensial tenglamalar tizimiga keltirish orqali yechimlarni olishning o'tish jarayoni

Ma'lumki dinamik tizim holatini ifodalashning keng tarqalgan usullari bu differensial yoki integral-differensial tenglamalar tizimi hisoblanadi. Quyida uchinchi tartibli differensial tenglama bilan ifodalangan dinamik tizim modeli uchun vizual model strukturasi hosil qilamiz.

$$\frac{d^3 y(t)}{dt^3} + 1.5 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 5 \frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = e^{-t},$$

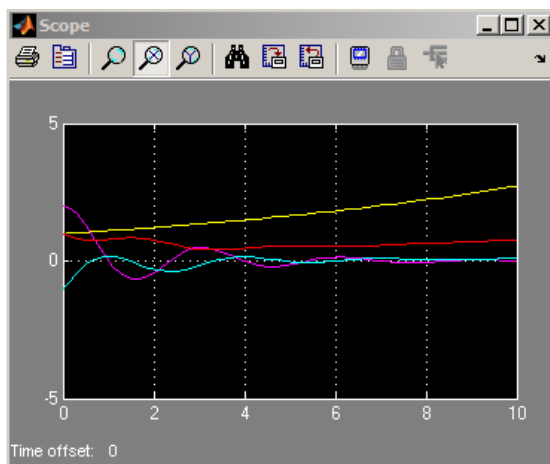
$$y(0) = 1, \quad y'(0) = -1, \quad y''(0) = 2.$$

Dinamik tizim modelining strukturali sxemasini Simulinkning tegishli bloklari asosida yaratamiz (3 –rasm).

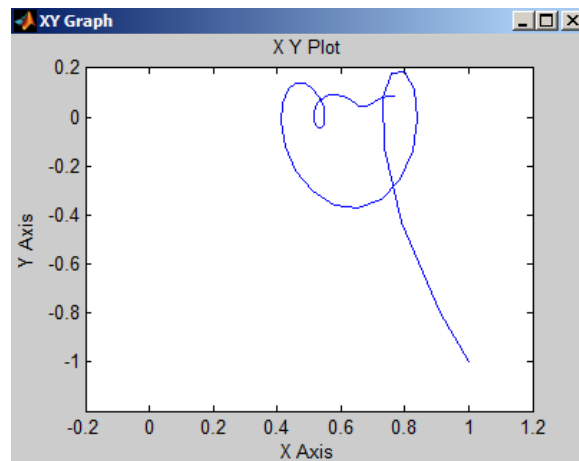


3-rasm. Uchinchi tartibli dinamik tizim modelini strukturali sxemasi

Tenglama koeffitsientlarini masshtabli bloklar (Gain1- Gain3) parametrlari oynalarida joylashtiramiz. Funktsiya va hosilalar uchun boshlang'ich shartlarni integrator parametrlari (Integrator1- Integrator3) oynalarida o'rnatamiz.



4-rasm. Tizimning o'tish jarayoni



5- rasm. Tizimning fazoviy portreti

Differensial tenglama o'ng tomonini Ramp(t-argumentning generatori) bloki va MathFunction bloki yordamida yaratamiz. O'tish jarayonini vizuallashtirish virtual osiloskop ekrandagi ko'rsatilgan(4-rasm). Tizimning fazoviy portreti ikki o'lchovli (XY Graph) virtual ekranda hosil qilingan(5-rasm).

Xulosa. MatLAB / Simulink muhiti jarayonlar va tizimlarni kompyuterli modellashtirish, dasturlashni strukturali va modulli printsiplarini qo'llash, turli algoritmlarni unifikatsiyalangan dastur modullari jamlanmasi ko'rinishida taqdim qilishga imkon beradi. Mazkur texnologiyalarni ta'lim sohasida qo'llash, pirovardida ta'lim sifatini oshirishga, yuqori malakali kadrlar tayyorlasga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Моделирование динамических систем: Аспекты мониторинга и обработки сигналов/ Васильев В.В., Симак Л.А. и др. – К.: НАН Укр., 2002. – 344 с.
2. Поршнев С.В. MatLAB 7. Основы работы и программирования. - М.: ООО «Бином-Пресс», 2011. - 320 с.