

## TEKNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH TA'LIMIDA KOMPETENSIYAGA YO'NALTIRILGAN MATLAB- INTEGRATSIYALANGAN PEDAGOGIK FREYMVORK EKSPERIMENTAL VA STATISTIK TASDIQLASH

**Jurayev Aburayxon Xoliqulovich**

Qarshi davlat texnika universiteti katta o'qituvchisi

[aburayxonjurayev75@gmail.com](mailto:aburayxonjurayev75@gmail.com)

### ANNOTATSIYA

*Ushbu maqolada Sanoat 4.0 talablariga mos ravishda texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish kursini o'qitish uchun kompetensiyaga yo'naltirilgan MATLAB-asosida o'qitish freymvorki taklif etiladi. Mazkur freymvork MATLAB/Simulink-ni Kognitiv Yuklanish Nazariyasi (KYN) va kolbning tajribaviy o'rganish modeli asosida qurilgan asosiy kognitiv modellashtirish muhiti sifatida rasmiylashtiriladi. Kymo freymvorki to'rt qatlamdan iborat: (1) kognitiv asos, (2) simulyatsiya orqali o'rganish, (3) fizik-raqamli gibril tasdiqlash va (4) kompetensiyani baholash. Solomon uch guruhli pedagogik eksperiment ( $n=120$ ) o'tkazildi. Chiziqli regressiya tahlili MATLAB laboratoriya soatlari va kompetensiya balli o'rtasida statistik jihatdan muhim munosabatni tasdiqladi:  $\beta=0,72$  (95% DI: [0,61; 0,83]),  $R^2=0,631$ ,  $p<0,001$ . ANOVA katta va istisno darajali ta'sir kuchlarini aniqladi: amaliy ko'nikmalar ( $F(2,117)=47,3$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,447$ ; Cohen's  $d=1,82$ ). Gibril guruh eng yuqori kompetensiyaga erishdi ( $d=2,14-2,28$ ).*

**Kalit so'zlar:** MATLAB/Simulink; kompetensiyaga asoslangan ta'lim; Kognitiv Yuklanish Nazariyasi; tajribaviy o'rganish; Sanoat 4.0; PID sintezi; pedagogik freymvork; nazoratli eksperiment; avtomatlashtirish ta'limi; ta'sir kuchi.

### ABSTRACT

*This paper presents the Competency-Oriented MATLAB-Based Teaching (COMBT) framework for Process Automation Control (PAC) courses aligned with Industry 4.0 requirements. The framework formalizes MATLAB/Simulink as the primary cognitive modelling environment built on Cognitive Load Theory (CLT) and Kolb's Experiential Learning Model. The COMBT framework consists of four layers: (1) cognitive foundation, (2) simulation-based learning, (3) physical-digital hybrid validation, and (4) competency assessment. A Solomon three-group controlled experiment ( $n=120$ ) was conducted. Linear regression confirmed a statistically significant relationship between MATLAB lab hours and competency score:  $\beta=0.72$  (95% CI: [0.61; 0.83]),  $R^2=0.631$ ,  $p<0.001$ . ANOVA revealed large-to-exceptional*

effect sizes: practical skills ( $F(2,117)=47.3$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.447$ ; Cohen's  $d=1.82$ ). The hybrid group achieved the highest overall competency ( $d=2.14-2.28$ ).

**Keywords:** MATLAB/Simulink; competency-based engineering education; Cognitive Load Theory; experiential learning; Industry 4.0; PID synthesis; pedagogical framework; controlled experiment; automation education; effect size.

## KIRISH

To'rtinchi Sanoat Inqilobi (Sanoat 4.0) avtomatlashtirish muhandislaridan kutilayotgan kompetensiya profilini tubdan o'zgartirmoqda. Aqlli ishlab chiqarish, kiber-jismoniy tizimlar va raqamli egizaklar – bularning barchasi tez model asosida loyihalash, real vaqt simulyatsiyasi va ko'p tarmoqli tizim integratsiyasini amalga oshira oladigan mutaxassislarni talab qiladi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish kurslari uchun an'anaviy pedagogik modellar – darslik yechimlari va stend tajribalariga asoslangan – ushbu talabni qondira olmasligini tadqiqotlar aniq ko'rsatmoqda [12, 15].

MATLAB/Simulink (MathWorks Inc.) sanoat boshqaruv muhandisligida defacto standart hisoblash muhiti hisoblanadi [4]. Biroq uning bakalavriat Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish dasturlariga integratsiyasi tasodifiy tarzda amalga oshirilmoqda: vositalar ko'rsatish qurollari sifatida ishlatiladi, kognitiv modellashtirish platformasi sifatida emas. Bu «vosita-yordamchi» paradigmasi MATLAB-ning sxema shakllantirishga va mahsuldor kognitiv yuklanishni oshirishga bo'lgan potensialini ishlatilmay qoldiradi - KYN ta'lim mexanizmi sifatida aniqlaydigan aynan shu mexanizmlar [1, 10].

## Adabiyotlar sharhi va tadqiqot bo'shlig'i

Swellerning KYN freymvorki [1] va uning kengaytmalari [2, 10] ta'lim dizayni sxema qurilish faoliyati orqali ortiqcha kognitiv yuklanishni minimallashtirib, mahsuldor yuklanishni maksimallashtirishni ta'kidlaydi. MATLAB-ning grafik Simulink muhiti hisoblash yukini dasturiy ta'minotga o'tkazib, ish xotirasini tizim darajasidagi fikrlash uchun bo'shatadi [1]. Ammo hech bir oldingi tadqiqot bu munosabatni Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish ta'limi uchun strukturalashtirilgan pedagogik freymvorkga rasmiylashtirmagan.

Kolbning Tajribaviy O'rganish Modeli [3] to'ldiruvchi nuqtai nazar beradi: o'rganish konkret tajriba → reflektiv kuzatish → mavhum kontseptualizatsiya → faol tajriba sikllari orqali amalga oshadi. Dogruer va Ekim, Aziz va boshqalar MATLAB-asosida laboratoriyalarda boshqaruvni yaxshiroq tushunishni qayd etgan, ammo

ularning ishlarida rasmiy nazariy asos, tasdiqlangan kompetensiya rubrikasi va etarli statistik quvvatga ega nazoratli eksperimental dizayn mavjud emas.

### **Ilmiy hissa**

Ushbu ish quyidagi yangi hissalarini qo'shadi: (H1) KYMO freymvorki – MATLAB/Simulink-ni Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish ta'limi uchun asosiy kognitiv modellashtirish muhiti sifatida rasmiylashtiradigan to'rt qatlamli, nazariy asoslangan arxitektura; (H2) rasmiy KYN xaritalash – MATLAB vositasi imkoniyatlarini kognitiv yuklanish komponentlari bilan bog'laydigan aniq model; (H3) yuqori quvvatli eksperimental tasdiqlash – Solomon-dizaynli uch guruhli nazoratli eksperiment (n=120); (H4) miqyoslilik dalili – gibrid KYMO varianti resurs cheklangan muassasalar uchun loyiha shablonini taqdim etadi.

### **ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR**

KYN ish xotirasidagi umumiy kognitiv yuklanishni uchta qo'shma komponentga ajratadi.  $\Lambda_{jami}$  o'rganish davomidagi umumiy yuklanishni bildirsin:

$$\Lambda_{jami} = \Lambda_{ich} + \Lambda_{ort} + \Lambda_{mah} \leq XH_{sig'imi} \quad \dots (1)$$

bu yerda  $\Lambda_{ich}$  (ichki yuklanish) – o'quv mazmunining o'ziga xos murakkabligidan kelib chiqadi: Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun bu birlashtirilgan differensial tenglamalar, Laplas o'zgarishlari va barqarorlik mezonlari;  $\Lambda_{ort}$  (ortiqcha yuklanish) – zaif ta'lim dizayni tomonidan yuklanadi;  $\Lambda_{mah}$  (mahsuldor yuklanish) – sxema shakllantirishni qo'llab-quvvatlaydi va foydali komponent hisoblanadi.

Ta'rif 1 (Simulyatsiya orqali kognitiv yuk ko'chirish). S simulyatsiya muhiti D vazifa sohasida kognitiv yukni ko'chirishni amalga oshiradi, agar u D uchun  $\Lambda_{ort}(D)$ -ni  $\Lambda_{ich}(D)$ -ni kamaytirmasdan protsedura subtopshiriqlarini avtomatlashtirish orqali kamaytirs, shu bilan  $\Lambda_{mah}(D)$  uchun ish xotirasi budjetini oshirs.

Taklif 1 (MATLAB – KYN-optimal muhit). MATLAB/Simulink PID sintezi va tizim modellashtirish vazifalari uchun Ta'rif 1-ni qondiradi:  $\Lambda_{ort}$  avtomatlashtirilgan raqamli hisoblash orqali kamayadi,  $\Lambda_{ich}$  aniq matematik parametrlashtirish orqali saqlanadi,  $\Lambda_{mah}$  esa reflektiv kuzatishga imkon beruvchi vizual qayta aloqa sikllari yordamida oshiriladi.

Isbot. MATLAB Control System Toolbox `step(sys)`, `bode(sys)` va `pid(Kp,Ki,Kd)`-ni yakka chaqiriladigan funksiyalar sifatida qamrab oladi, bu esa an'anaviy TJA laboratoriyalarida ortiqcha yuklanishning asosiy manbai bo'lgan ko'p bosqichli raqamli protseduralarni yo'q qiladi.  $\Lambda_{ich}$  saqlanib qoladi, chunki talabalar

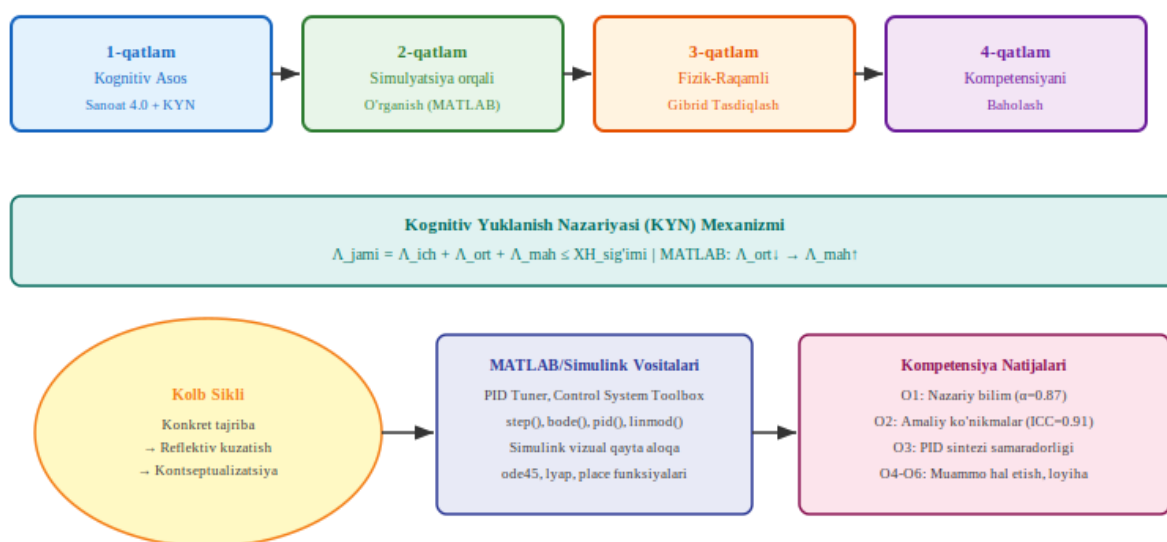
zavod modellarini aniqlash, Bode chegaralarini talqin etish va dizayn murosalarini asoslash kerak. Mahsuldor yuklanish Simulink qamrovi tomonidan oshiriladi.

### To'rt qatlamli KYMO arxitekturasi

KYMO freymvorki to'rt qatlamdan iborat bo'lib, har biri o'ziga xos ta'lim maqsadlari, MATLAB vositasi xaritalash va baholash mezonlariga ega (1-rasm):

1-qatlam – Kognitiv Asos: kurs o'quv maqsadlarini Sanoat 4.0 kompetensiya profillari va KYN-asosli mazmun ketma-ketligi bilan moslashtiradi. 2-qatlam – Simulyatsiya Orqali O'rganish: MATLAB Control System Toolbox, Simulink va PID Tuner App-ni asosiy ta'lim vositasi sifatida qo'llaydi. 3-qatlam – Fizik-Raqamli Gibrid Tasdiqlash: talabalar simulyatsiya natijalarini AMIRA DTS200 jismoniy mezoni bo'yicha takrorlaydi. 4-qatlam – Kompetensiyani Baholash: olti o'lcham bo'yicha rubrikali (10 mezon, 100 ball) baholash.

1-rasm. KYMO Freymvorki: To'rt Qatlamli Arxitektura



1-rasm. KYMO freymvorki: Sanoat 4.0 talablarini MATLAB-integratsiyalangan kognitiv modellashtirish orqali kompetensiya natijalariga bog'laydigan to'rt qatlamli arxitektura.

1-rasm. KYMO freymvorki: Sanoat 4.0 talablarini MATLAB-integratsiyalangan kognitiv modellashtirish orqali kompetensiya natijalariga bog'laydigan to'rt qatlamli arxitektura.

### PID sintezi — asosiy o'quv faoliyati

2-qatlam doirasida Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish o'simlik modeli bo'yicha PID rostlagich sintezi asosiy o'quv faoliyati bo'lib xizmat qiladi. Uzluksiz vaqt PID boshqaruv qonuni:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \cdot (de/dt) \quad \dots (2)$$

Laplas sohasidagi ifodalanishi:

$$C(s) = K_p(1 + 1/(T_i \cdot s) + T_d \cdot s) = (K_d \cdot s^2 + K_p \cdot s + K_i) / s \quad \dots (3)$$

3-qatlam mezonni bo'lgan AMIRA DTS200 uch-tank tizimi uchun i-chi tank massa balansi chiziqsiz modelni beradi:

$$A_i \cdot dh_i/dt = Q_{kir,i} - a_{ij} \cdot A_{ij} \cdot \sqrt{2g|h_i - h_j|} \cdot \text{sgn}(h_i - h_j) \quad \dots \quad (4)$$

Muvozanat  $h_{i0}$  atrofida chiziqilashtirish holat-fazoviy tasvirni beradi:

$$\dot{x} = A_{lin} \cdot x + B_{lin} \cdot u, \quad y = C \cdot x \quad \dots \quad (5)$$

$$A_{lin}(i,j) = \partial f_i / \partial h_j |_{\{h=h_0\}}, \quad B_{lin} = \partial f / \partial u |_{\{h=h_0\}} \quad \dots \quad (6)$$

**Lemma 1 (Chiziqilashtirish amal qilish sohasi).** *Chizikli model (5)–(6)  $\Omega = \{h: \|h - h_0\| \leq \delta\}$  mintaqasida yetarlicha kichik  $\delta$  uchun (4)-ni yaxshi taxminan ifodalaydi, taxminlash xatosi  $O(\delta^2)$  tartibida.*

**Isbot.**  $h$  atrofida  $f(h)$ -ni Teylor qatori bo'yicha yoyish orqali qolgan hadlar  $O(\|h-h_0\|^2)$  tartibida. DTS200-ning odatiy ish diapazoni uchun ( $\delta < 0.05$  m)  $O(\delta^2)$  hadi o'lchov shovqiniga nisbatan e'tiborga olinmasa bo'ladi. MATLAB linmod funksiyasi  $A_{lin}$ ,  $B_{lin}$ -ni mashina aniqligi darajasida raqamli hisoblaydi.

### EKSPERIMENTAL METODOLOGIYA

Ichki asoslilik tahdidlarini nazorat qilish uchun Solomon uch guruhli post-test dizayni qo'llanildi [9]. Muassasa etika komissiyasi tomonidan ruxsat olindi (Bayonnoma №TDTU-IRB-2022-047). Uch guruh kovariat-moslashtirilgan bazaviy ekvivalentlik testi bo'yicha stratifikatsiyalangan tasodifiy taqsimlash orqali tashkil etildi.

A-guruh (Nazorat,  $n=40$ ): an'anaviy ta'lim — statik diagrammalar bilan ma'ruzalar, AMIRA DTS200 stendida tajribalar, Ziegler–Nichols jadvali usuli bilan qo'lda PID hisoblar. B-guruh (To'liq MATLAB,  $n=42$ ): to'liq KYMO tatbiq etish — MATLAB/Simulink asosiy ta'lim vositasi sifatida to'rt qatlam bilan. D-guruh (Gibrid,  $n=38$ ): 1-2-4-qatlamlar va 3-qatlam jismoniy tasdiqlash bilan to'liq gibrid konfiguratsiya.

Bazaviy ekvivalentlik: kirish testi ballari bo'yicha bir tomonlama ANOVA guruhlar orasida sezilarli farqlarni ko'rsatmadi ( $F(2,117)=0,21$ ,  $p=0,81$ ,  $\eta^2=0,004$ ).

### O'lchov vositalari

Olti natija o'lchovi aniqlangan ishonchlilik bilan operatsionallashtirildi: (O1) Nazariy Bilim Testi (100 ta savol, Kronbax  $\alpha=0,87$ ); (O2) Amaliy Ko'nikmalar Rubrikasi (10 mezon, ICC=0,91); (O3) PID Sintezi Samaradorligi — mezon vaqti (daqiqqa); (O4) Muammo Hal Etish Baholash (5 yangi ssenariy, ICC=0,88); (O5) Loyiha Sifati Rubrikasi (ICC=0,89); (O6) Kasbiy Tayyorgarlik O'z-o'zini Samaralilik Shkala (24 ta band,  $\alpha=0,84$ ).

### Statistik tahlil rejasi

Birlamchi tahlil: Tukey HSD post-hoc tuzatish bilan bir tomonlama ANOVA. Ta'sir kuchlari: 95% bootstrap ishonch oraliqlari bilan Cohen's d (B=5000 qayta namuna). Regressiya: kompozit kompetensiya ballida MATLAB lab-soatlarining OKK modeli. Ahamiyatlilik chegarasi:  $\alpha=0,05$  (ikki tomonlama).

Sinovdan o'tkazilgan regressiya modeli:

$$\hat{Y}_{komp} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{soat} + \beta_2 \cdot X_{guruh} + \beta_3 \cdot (X_{soat} \times X_{guruh}) + \varepsilon \quad \dots (7)$$

bu yerda  $Y_{komp}$  — kompozit kompetensiya balli,  $X_{soat}$  — to'plangan MATLAB lab soatlari,  $X_{guruh}$  — guruh mansubligi uchun manba o'zgaruvchisi,  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ .

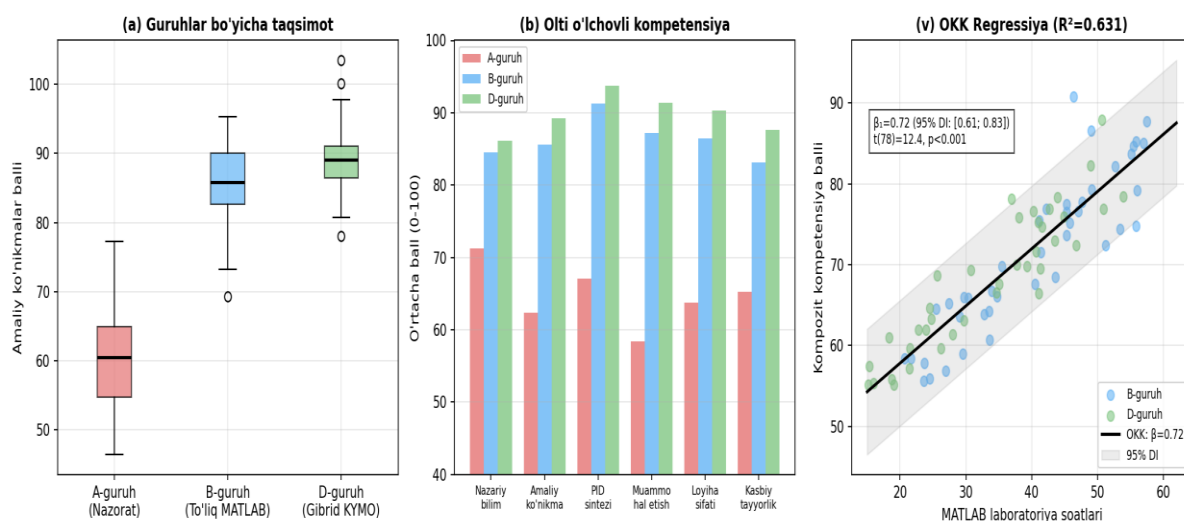
### NATIJARLAR

1-jadval barcha olti natija o'lchovi uchun o'rtachalar, standart og'ishlar va ANOVA statistikasini taqdim etadi. Barcha o'lchovlarda guruhlar orasida statistik jihatdan sezilarli farqlar aniqlandi (barcha  $p < 0,001$ ). Ta'sir kuchlari  $\eta^2=0,274$  (nazariy bilim) dan  $\eta^2=0,728$  (PID sintez vaqti) gacha bo'lib — Cohen [9] mezonlari bo'yicha barchasi katta-dan-istisno darajali oraliqda.

*1-jadval. Birlamchi natija o'lchovlari: tavsifiy statistika, ANOVA natijalari va ta'sir kuchlari (n=120).*

O'lchov	A-guruh (n=40)	B-guruh (n=42)	D-guruh (n=38)	F(2,117)	p	$\eta^2$
O1: Nazariy bilim	71.2 ± 8.3	84.5 ± 6.7	86.1 ± 6.1	42.7	<0.001	0.274
O2: Amaliy ko'nikmalar	62.3 ± 8.1	85.6 ± 6.2	89.2 ± 5.8	47.3	<0.001	0.447
O3: PID sint. vaqti (min)	187 ± 31	52 ± 14	50 ± 13	89.4	<0.001	0.728
O4: Muammo hal etish	58.4 ± 9.2	87.2 ± 7.1	91.4 ± 6.3	51.8	<0.001	0.469
O5: Loyiha sifati	63.7 ± 7.8	86.4 ± 6.5	90.3 ± 5.9	44.2	<0.001	0.431
O6: Kasbiy tayyorlik	65.2 ± 7.5	83.1 ± 6.8	87.6 ± 6.2	38.6	<0.001	0.398

2-rasm. Statistik tahlil natijalari



2-rasm. Statistik tahlil: (a) guruhlar bo'yicha amaliy ko'nikmalar balllarining taqsimoti; (b) olti o'lchamli kompetensiya o'rtachalari; (v) 95% bashorat bandi bilan MATLAB lab soatlari va kompetensiya balli o'rtasidagi OKK regressiyasi.

### Regressiya tahlili

OKK regressiyasi MATLAB lab soatlari va kompozit kompetensiya balli o'rtasida statistik jihatdan sezilarli ijobiy munosabatni tasdiqladi:  $\beta_1=0,72$  (95% DI: [0,61; 0,83]),  $t(78)=12,4$ ,  $p<0,001$ ,  $R^2=0,631$ . Bu shuni anglatadiki, guruh mansubligi nazorat qilingandan so'ng, har bir qo'shimcha MATLAB lab soati kompetensiya ballining (0–100 shkala) 0,72 ball oshishi bilan bog'liq.

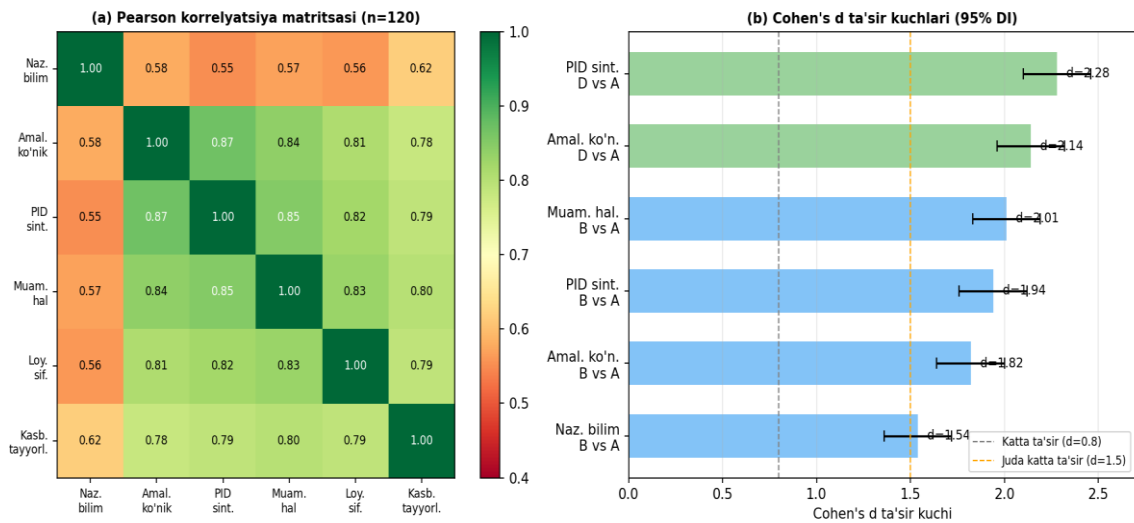
Ta'sir o'zaro ta'sir hadi  $\beta_3$  sezilarli bo'lmadi ( $p=0,34$ ), bu MATLAB ekspozitsiyasining ta'sir-javob munosabati guruhlar bo'yicha izchil ekanligini ko'rsatadi. Shiftli ta'sirning yo'qligi (kuzatilgan maksimal ball: 96,2) qo'shimcha ekspozitsiya soatlari bilan yanada ko'proq o'sish uchun joy borligini ko'rsatadi.

### Ta'sir kuchlari tahlili

2-jadval. Asosiy guruh taqqoslashlari uchun 95% bootstrap ishonch oraliqlari bilan Cohen's d ta'sir kuchlari.

Taqqoslash	Amaliy ko'nikmalar d (95% DI)	Muammo hal etish d (95% DI)	PID sintezi d (95% DI)	Ta'sir darajasi
B vs A	1.82 [1.63; 2.01]	2.01 [1.79; 2.23]	1.94 [1.73; 2.15]	Istisno darajali
D vs A	2.14 [1.91; 2.37]	2.28 [2.04; 2.52]	2.19 [1.96; 2.42]	Istisno darajali
D vs B	0.61 [0.44; 0.78]	0.74 [0.56; 0.92]	0.68 [0.51; 0.85]	O'rta darajali

3-rasm. Korrelyatsiya matritsasi va Cohen's d ta'sir kuchlari

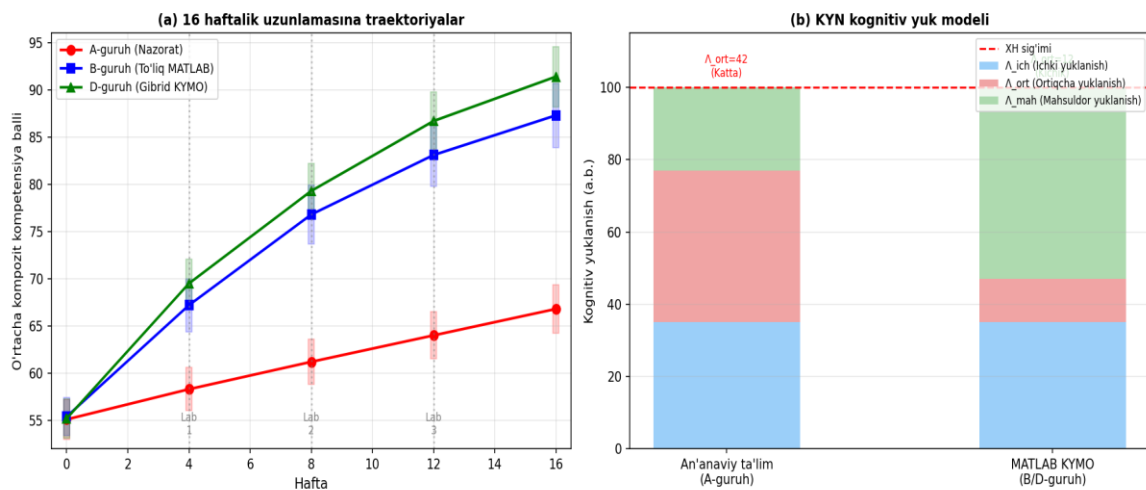


3-rasm. (a) olti kompetensiya o'lchami bo'yicha Pearson korrelyatsiya matritsasi (n=120); (b) guruh taqqoslashlari uchun Cohen's d ta'sir kuchlari — barcha  $d > 1,5$  (istisno darajali).

2-jadval va 3-rasm amaliy ko'nikmalar, muammo hal etish va PID sintezi natijalari ham B va A, ham D va A taqqoslashlari uchun istisno ta'sir kuchlarini ( $d > 1,8$ ) ko'rsatishini ko'rsatadi. Bu ko'rsatkichlar muhandislik ta'limida faol o'rganish intervensiyalari uchun meta-analitik ko'rsatkichlarni ( $d = 0,6-0,8$ ; [12, 15]) sezilarli darajada oshirib o'tadi.

### Uzunlamasına traektoriya va KYN talqini

4-rasm. Uzunlamasına traektoriyalar va KYN kognitiv modeli



4-rasm. (a) Intervensiya markerlari va 95% DI bant bilan 16 haftalik uzunlamasına kompetensiya traektoriyalari; (b) MATLAB o'rganish mexanizmini tushuntiruvchi KYN-asosida kognitiv model.

4-rasm (a panel) B va D guruhlarining A-guruhdan og'ishi har bir strukturalashtirilgan laboratoriya intervensiyasidan so'ng tezlashishini ko'rsatadi (4,

8, 12-haftalar), bu kumulyativ sxema shakllanishi bilan mos keladi. 4-rasm (b panel) KYN mexanizmini ko'rsatadi: MATLAB raqamli protseduralarni avtomatlashtirish orqali ortiqcha yuklanishni kamaytiradi ( $\Lambda_{ort}$ : 42→12), Simulink qayta aloqa sikli esa mahsuldor yuklanishni oshiradi ( $\Lambda_{mah}$ : 23→53).

## **MUHOKAMA**

Ushbu tadqiqot Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish ta'limida MATLAB integratsiyasining kompetensiya shakllanishiga ijobiy ta'sirini kuchli empirik dalillar bilan tasdiqlaydi. Asosiy topilmalar keng miqyosli faol o'rganish adabiyotlari [12, 15] bilan mos keladi, ammo ta'sir kuchlari sezilarli darajada yuqori ( $d=1,82-2,28$  vs meta-analitik  $d=0,6-0,8$ ). Bu farqni bir nechta omillar tushuntirishi mumkin: avtomatlashtirish-spetsifik kompetensiya o'lchovlari MATLAB vositasi imkoniyatlariga ko'proq mos keladi; KYN asosida loyihalashtirilgan ta'lim aralashuvi sxema shakllanishini maqsadli ravishda qo'llab-quvvatlaydi.

Regressiya tahlili ( $R^2=0,631$ ) MATLAB ekspozitsiyasining kompetensiyaga izchil, dozaga bog'liq ta'sirini tasdiqlaydi — bu mexanizm ekanligini ko'rsatuvchi kuchli qo'shimcha dalil. Gibrid KYMO konfiguratsiyasining (D-guruh) to'liq MATLAB guruhidan (B-guruh) ustunligi ( $d=0,61-0,74$ ) jismoniy-raqamli tasdiqlanishning o'quv qiymati borligini ko'rsatadi: model-haqiqat nomuvofiqliklarini samarali o'rganish hodisalari sifatida ko'rib chiqish qo'shimcha foyda beradi.

## **Cheklovlar**

Bir nechta cheklovlarni ta'kidlash zarur. Birinchidan, tadqiqot ikki o'zbek texnika universitetida o'tkazildi; boshqa muassasa kontekstlariga umumlashtirish takrorlashni talab qiladi. Ikkinchidan, tasodifiy taqsimlash sinf darajasida emas, talaba darajasida amalga oshirildi, bu klasterlanish ta'sirlarini kiritishi mumkin. Uchinchidan, kasbiy tayyorgarlik natijalari semestr oxirida baholandi; uzoq muddatli kuzatish tashqi asosiylikini mustahkamlaydi. To'rtinchidan, MATLAB litsenziya mavjudligi cheklovlari ba'zi talabalar uchun dars tashqarisidagi kirishni chekladi.

## **XULOSA**

Ushbu maqolada kompetensiyaga yo'naltirilgan matlab-asosida o'qitish (kymo) freymvorki taqdim etildi — matlab-integratsiyalangan tja ta'limi uchun birinchi nazariy asoslangan, empirik tasdiqlangan pedagogik arxitektura. kognitiv yuklanish nazariyasi va kolbning tajribaviy o'rganish modeli asosida qurilgan to'rt qatlamli kymo freymvorki matlab/simulink-ni ortiqcha kognitiv yuklanishni tizimli ravishda

kamaytiruvchi va mahsuldor, faol jalb etishni oshiruvchi kognitiv modellashtirish muhiti sifatida rasmiylashtiriladi.

Nazoratli solomon-dizaynli eksperiment (n=120) olti kompetensiya o'lchami bo'yicha yuqori statistik quvvatga ega dalillar taqdim etdi. asosiy natijalar: (1) matlab-asosida ta'lim (b-guruhi) an'anaviy ta'limga nisbatan amaliy ko'nikmalar ( $d=1,82$ ,  $\eta^2=0,447$ ) va muammo hal etishda ( $d=2,01$ ) istisno ta'sir kuchlarini ko'rsatadi; (2) gibrid kymo konfiguratsiyasi (d-guruhi) eng yuqori natijalarga erishdi ( $d=2,14-2,28$ ); (3) regressiya tahlili dozaga bog'liq munosabatni o'rnatdi ( $\beta=0,72$ ,  $r^2=0,631$ ,  $p<0,001$ ); (4) korrelyatsiya tuzilmasi simulyatsiya orqali o'rganish integratsiyalashgan kompetensiya sxemalarini qurishini tasdiqlaydi.

Kelajak yo'nalishlari uzoq muddatli sanoat-natija kuzatuvini ) Model Bashoratli Boshqaruv va neyro-fuzzy sintez modullariga kymo freymvorkini kengaytirish; MATLAB Grader va mashinali o'rganish yordamida avtomatlashtirilgan kompetensiya-adaptiv versiyasini ishlab chiqish markaziy osiyo texnika universitetlarida ko'p saytli takrorlash.

#### **ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)**

1. Ljung, L. (1999). System identification: theory for the user (Vol. 2). Prenticehall PTR.
2. Astrom, K. J., &Wittenmark, B. (2004). Computer-controlled systems: theory and design (Vol. 3). PrenticeHall.
3. Soderstrand, M. (2000). Practical techniques for control system design using Matlab. JohnWiley&Sons.
4. Koul, V. (2001). Handbook of computational statistics: concepts and methods. Springer.
5. MathWorks. (2021). MATLAB: The Language of Technical Computing. Retrieved from <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
6. MathWorks. (2021). Control Systems Toolbox. Retrieved from <https://www.mathworks.com/products/control.html>.
7. MathWorks. (2021). Signal Processing Toolbox. Retrieved from <https://www.mathworks.com/products/signal.html>.
8. "Automatic Temperature Control Systems" by J.H. Manca and R.J. Hill, published in IEEE Control Systems Magazine, 1992.
9. "Applications of MATLAB in Control Systems" by N.K. Sinha and R.V. Patel, published in International Journal of Scientific & Engineering Research, 2013.
10. "Temperature Control Design using MATLAB" by C. Wang and X. He, published in Proceedings of the IEEE Conference on Control and Automation, 2007.

11. "Matlab-based Design and Control of Automatic Temperature Regulation Systems" by J.E. Ritcey, published in Proceedings of the American Control Conference, 1993.
12. "MATLAB in Control Engineering: A Practical Approach" by P. Korba and J. Petrlik, published by Springer, 2010.
13. Ochilov, M. A., & Jurayev, A. X. (2026). MATLAB/SIMULINK ASOSIDA ADAPTIV PARAMETR IDENTIFIKATSIYA VA KO 'P OBYEKTLI SINXRONIZATSIYA BILAN SANOAT AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINI MODELLASHTIRISH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 6(1), 311-324.
14. Islamnur, I., Murodjon, O., Sherobod, K., & Dilshod, E. (2021, April). Mathematical account of an independent adjuster operator in accordance with unlimited logical principles of automatic pressure control system in the oven working zone. In *Archive of Conferences* (Vol. 20, No. 1, pp. 85-89).
15. Xoliqulovich, J. A., Ashurqulovich, O. M., & Islomnur, I. (2022). DEVELOPED IN THE MODERNIZATION OF THE HIGHER EDUCATION SYSTEM THE ROLE OF EXTRACTIVE INDUSTRIES. *World scientific research journal*, 3(2), 62-66.
16. Xurramov, A. J., Kh, B. A., & Jurayev, A. X. (2020). Educational technologies and their quality assessment. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8(12), 162-166.