STEAM TA’LIM TEXNOLOGIYASI ASOSIDA BOSHLANG‘ICH SINF O‘QUVCHILARINING AQLIY TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISH SAMARADORLIGINI STATISTIK TAHLIL QILISH

Meyliyev Sobirjon Xolmurodovich

Nizomiy Ganjaviy nomidagi O‘zbekiston Milliy Pedagogika universiteti, p.f.f.d. (PhD), dotsent

Radjabova Nargis Tajimuradovna

Nizomiy Ganjaviy nomidagi O‘zbekiston Milliy Pedagogika universiteti, “Ta’lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi” boshlang‘ich ta’lim 2-bosqich magistranti

Annotatsiya. Maqolada STEAM ta’lim texnologiyasi asosida boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining aqliy tafakkurini rivojlantirish samaradorligini baholash va matematik-statistik asoslash yoritilgan. Analitik, mantiqiy, sabab-oqibatli va ijodiy (divergent) tafakkur mezonlari, indikatorlari va diagnostika vositalari belgilangan; guruhlarni qiyoslashda tavsifiy statistika, Styudent t, Mann–Uitni U, Pirsonning χ^2 mezonlari, korrelyatsiya va ta’sir kattaligi asoslanib, baholash algoritmi taklif etilgan. Sonli ma’lumotlar simulyatsiya qilingan va empirik natijani ifodalamaydi.

Kalit so‘zlar: STEAM ta’limi, boshlang‘ich ta’lim, aqliy tafakkur, divergent tafakkur, integrativ loyiha, pedagogik tajriba-sinov, Styudent t-mezoni, χ^2 mezoni, ta’sir kattaligi, simulyatsiya qilingan ma’lumotlar.

Kirish va mavzuning dolzarbligi

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics* – tabiiy fanlar, texnologiya, muhandislik, san’at va matematika) ta’limi fanlarni yaxlit muammo atrofida birlashtirib o‘qitishga asoslanadi. G. Yakman uni san’at fanlarni insoniy mazmun bilan to‘ldiruvchi integrativ model deb tavsiflagan [1], D. Henriksen san’at ijodiy fikrlashni faollashtirishini ko‘rsatgan [2]; biroq E. Perignat va J. Katz-Buonincontro talqinlar turlichaligini, samaradorlik haqidagi xulosalar esa miqdoriy asoslanmaganini qayd etgan [3].

O‘zbekistonda ta’lim sifatini ta’minlash davlat siyosatining asosiy yo‘nalishi sifatida belgilangan [4], 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida esa ta’lim mazmunini xalqaro

baholash talablariga moslashtirish vazifasi qo‘yilgan [5]; bu bilimni yangi vaziyatda qo‘llash va mustaqil fikrlashga yo‘naltirilgan.

Kichik maktab yoshi aqliy tafakkur uchun hal qiluvchi davr: L.S. Vigotskiy tafakkur hamkorlikdagi o‘quv faoliyatida shakllanishini [6], V.V. Davidov empirik umumlashtirishdan nazariy umumlashtirishga o‘tish zarurligini [7] asoslagan. J. Gilford ajratgan konvergent va divergent tafakkur [8] STEAMga mos: matematik va muhandislik topshiriqlari yagona yechimni, san’at va loyihalash ko‘p variantli yechimni talab qiladi. Biroq samaradorlik haqidagi xulosalar ko‘pincha guruhlarning dastlabki tengligi va mezon tanlovi asoslanmay chiqariladi; D.A. Novikov buni tipik xato deb ko‘rsatgan [9]. Dolzarblik shu tafovut bilan belgilanadi.

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari

Tadqiqotning maqsadi – STEAM asosida boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining aqliy tafakkurini rivojlantirish samaradorligini baholash mezonlarini asoslash va natijalarni statistik tahlil qilish algoritmini ishlab chiqish. **Vazifalar:** 1) mezon va indikatorlarni belgilash; 2) STEAM mashg‘uloti tuzilmasini tavsiflash; 3) statistik usullar va qo‘llanish shartlarini aniqlash; 4) algoritmni shartli ma’lumotlarda namoyish etish.

Tadqiqot metodologiyasi

Metodologik eslatma. Maqoladagi barcha sonli qiymatlar (ballar, chastotalar, t, U, χ^2, r, d) va guruhlar hajmi (tajriba guruhi – 52, nazorat guruhi – 50 nafar shartli 3-sinf o‘quvchisi) kompyuterda simulyatsiya qilingan; ular real o‘quvchilardan olinmagan va tajriba-sinov natijasi emas, shuning uchun STEAM samaradorligining empirik dalili bo‘la olmaydi.

Dizayn. Kvazieksperimental «dastlabki o‘lchov – ta’sir – yakuniy o‘lchov» dizayni mo‘ljallangan; guruhlar tasodifiy shakllantirilmagani uchun dastlabki tenglik statistik tekshiriladi [10]. Tajriba guruhida (TG) bir o‘quv yili davomida haftasiga bir marta besh bosqichli STEAM mashg‘uloti (muammoli savol, kuzatish va o‘lchash, yechimni loyihalash, model yaratish va badiiy bezash, taqdimot va refleksiya) o‘tkaziladi; nazorat guruhida (NG) o‘qitish an’anaviy davom etadi.

O‘lchov vositalari. Har bir mezon to‘rt indikator bo‘yicha 0–5 balldan (0–20), to‘rt mezon yig‘indisi 0–80 balli integral ko‘rsatkichni beradi. Umumlashtirishni Ravenning rangli matritsalari [11], ijodiy tafakkurni Torrens testining figurali shakli [12] moslashtirilgan holda o‘lchaydi; real tadqiqotda ishonchlilik oldindan tekshirilishi lozim.

Statistik usullar. Darajalar taqsimoti χ^2 mezoni bilan (kutilgan chastota har bir katakda kamida 5 bo‘lganda), ballar t-mezoni bilan tahlil qilinadi; avval me’yoriylik Shapiro–Uilk, dispersiyalar tengligi Liven mezoni bilan tekshiriladi, me’yoriylik buzilsa, natija Mann–Uitni U-mezoni bilan tasdiqlanadi [13]. Asosiy formulalar:

$$M = \Sigma\, xi / n\ ;\ S = \sqrt{(\ \Sigma\ (xi - M)^2 / (n - 1)\ )}\ ;\ V = (S / M) \cdot 100\ \%\ ;\ \chi^2 = \Sigma\ (fk - fn)^2 / fn$$

$$t = (M1 - M2) / \sqrt{(\ S1^2 / n1 + S2^2 / n2\ )}\ ;\ d = (M1 - M2) / \sqrt{(\ (S1^2 + S2^2) / 2\ )}$$

Bunda $V < 33\ \%$ bo‘lsa, guruh bir jinsli hisoblanadi; d – J. Koen bo‘yicha ta’sir kattaligi (0,2; 0,5; 0,8 – kichik, o‘rta, katta ta’sir) [14]. $\alpha = 0{,}05$; to‘rt mezon alohida taqqoslanganda Bonferroni tuzatishi qo‘llanadi ($\alpha' = 0{,}0125$; $df = 100$ uchun t ning kritik qiymati 2,54).

Aqliy tafakkur mezonlari va ko‘rsatkichlari

Aqliy tafakkur – o‘quvchining aqliy amallarni bajarish, yangi bilim hosil qilish va muammoga ko‘p variantli yechim topish qobiliyati. Dastlabki uch mezon konvergent tafakkurga mos mantiqiy amallarni qamraydi [7], to‘rtinchisi divergent tafakkurni – ravonlik, egiluvchanlik, o‘ziga xoslik va ishlab chiqilganlikni o‘lchaydi [8; 12] (1-jadval). Darajalar: **yuqori** – 60–80, **o‘rta** – 40–59, **past** – 0–39 ball.

1-jadval

Aqliy tafakkur mezonlari, indikatorlari va diagnostika vositalari

Mezon	Indikatorlar (har biri 0–5 ball)	Diagnostika vositasi
Tahlil va sintez	1) obyektni qismlarga ajratish; 2) qismlar orasidagi bog‘lanishni aniqlash; 3) qismlardan yaxlitni tiklash; 4) model tuzilishini tushuntirish	Mantiqiy topshiriqlar seriyasi
Taqqoslash va tasniflash	1) o‘xshashlik va farqni topish; 2) muhim belgini ajratish; 3) belgi asosida guruhlash; 4) tasnif asosini o‘zgartira olish	«Ortiqchasini top», tasniflash kartochkalari
Umumlashtirish va mantiqiy xulosa	1) qonuniyatni aniqlash; 2) o‘xshatish bo‘yicha davom ettirish; 3) xulosani asoslash; 4) o‘lchov natijasidan xulosa chiqarish	Ravenning rangli matritsalari (moslashtirilgan)
Ijodiy (divergent) tafakkur	1) ravonlik (fikrlar soni); 2) egiluvchanlik; 3) o‘ziga xoslik; 4) ishlab chiqilganlik	Torrens testining figurali shakli (moslashtirilgan)

Statistik tahlil va natijalar

1-bosqich. Guruhlarning dastlabki tengligi. Tajriba boshida ikkala guruhda o‘quvchilarning yarmidan ko‘pi past darajada edi: TG (n = 52) – yuqori 1 nafar (1,9 %), o‘rta 24 (46,2 %), past 27 (51,9 %); NG (n = 50) – mos ravishda 1 (2,0 %), 23 (46,0 %), 26 (52,0 %). Kutilgan chastotasi 1,0 bo‘lgan yuqori daraja o‘rta daraja bilan birlashtirilib, χ^2 = 0,00, df = 1, p = 0,994 olindi (eng kichik kutilgan chastota 24,0). Integral o‘rtachalar deyarli teng (TG – 39,62; NG – 39,54; t = 0,04; p = 0,967), mezonlar bo‘yicha $|t| \leq 0{,}95$; taqsimotlar me’yoriy (Shapiro–Uilk: p = 0,261 va 0,699), dispersiyalar teng (Liven: p = 0,438), ya’ni guruhlar teng sharoitda edi.

2-bosqich. Foizli tahlil va χ^2 mezoni. Tajriba oxirida TG da yuqori daraja 15 nafar (28,8 %), o‘rta 31 (59,6 %), past 6 (11,5 %) bo‘ldi: past daraja ulushi 51,9 % dan 11,5 % ga kamaydi, yuqori daraja ulushi 1,9 % dan 28,8 % ga ortdi; NG da mos ravishda 2 (4,0 %), 25 (50,0 %), 23 (46,0 %), ya’ni o‘zgarish kichik. Eng kichik kutilgan chastota 8,33 bo‘lgani uchun mezon uch darajali jadvalga qo‘llandi: χ^2 = 20,52, df = 2, p < 0,001 (kritik qiymat 5,99, α = 0,05); nol gipoteza rad etiladi, asosiy hissani past (10,65) va yuqori (9,44) daraja kataklari qo‘shgan.

3-bosqich. O‘rtacha qiymatlarni taqqoslash. Integral ko‘rsatkich bo‘yicha farq 10,43 ball (95 % ishonch oralig‘i 6,52–14,34), t = 5,29, p < 0,001, d = 1,05 (2-jadval); to‘rt mezonning har birida farq Bonferroni tuzatishidan keyin ham ahamiyatli (t = 2,66–5,35 > 2,54). Tajriba guruhining yakuniy taqsimotida me’yoriylik buzilgani (Shapiro–Uilk: p = 0,042) uchun natijalar Mann–Uitni U-mezoni bilan qayta tekshirildi: integral ko‘rsatkich bo‘yicha p < 0,001, mezonlar bo‘yicha $p \leq 0{,}007$.

2-jadval

Tajriba oxirida mezonlar bo‘yicha tavsifiy ko‘rsatkichlar va guruhlararo farqning ahamiyatliligi (shartli ma’lumotlar)

Mezon	TG (n = 52)	TG (n = 52)	TG (n = 52)	NG (n = 50)	NG (n = 50)	NG (n = 50)	t	p	d
Mezon	M	S	V, %	M	S	V, %	t	p	d
Tahlil va sintez	13,17	3,62	27,5	11,26	3,65	32,4	2,66	0,009	0,53
Taqqoslash va tasniflash	13,48	3,30	24,5	10,94	3,01	27,5	4,05	< 0,001	0,80
Umumlashtirish va xulosa	12,79	3,81	29,8	10,42	3,97	38,1	3,07	0,003	0,61
Ijodiy tafakkur	12,83	3,35	26,1	9,22	3,45	37,5	5,35	< 0,001	1,06
Integral ko‘rsatkich	52,27	9,87	18,9	41,84	10,02	23,9	5,29	< 0,001	1,05

Izoh: M – o‘rtacha qiymat, S – standart og‘ish, V – variatsiya koeffitsiyenti, d – Koen bo‘yicha ta’sir kattaligi; df = 100, t ning kritik qiymatlari 1,98 (α = 0,05) va 2,63 (α = 0,01); Bonferroni tuzatishidan keyin 2,54.

4-bosqich. Guruh ichidagi o‘sish va mezonlararo bog‘liqlik. Integral ko‘rsatkich tajriba guruhida o‘rtacha 12,65 ballga (t = 22,65; df = 51), nazorat guruhida 2,30 ballga (t = 4,57; df = 49) ortgan (ikkalasi ham p < 0,001). Eng katta o‘sish ijodiy tafakkur (3,88) va umumlashtirish (3,56) mezonlarida, eng kichigi tahlil va sintezda (2,13 ball). Tajriba guruhida mezonlararo korrelyatsiya 0,19–0,44 oralig‘ida (n = 52 uchun rkr = 0,273 – α = 0,05; 0,354 – α = 0,01): mantiqiy mezonlar o‘zaro ahamiyatli bog‘langan (r = 0,32–0,44), ijodiy tafakkur umumlashtirish bilan o‘rtacha (r = 0,34), qolgan ikki mezon bilan ahamiyatsiz (r = 0,19 va 0,20).

Olingan natijalar muhokamasi

Tahlil bosqichlari bir-birini to‘ldiradi: foizli tahlil o‘zgarish yo‘nalishini, χ^2 mezoni farqning tasodifiy emasligini, t-mezoni o‘rtachalar farqining ahamiyatliligini, ta’sir kattaligi uning amaliy salmog‘ini ko‘rsatadi; p qiymati ta’sir hajmini o‘lchamagani uchun [15] d va ishonch oralig‘i ham keltirildi. Nazorat guruhidagi o‘sish (2,30 ball) tabiiy rivojlanishni ifodalagani uchun STEAM hissasini o‘sishlar ayirmasi – 10,35 ball – aniqroq aks ettiradi.

Nazorat guruhida umumlashtirish va ijodiy tafakkur bo‘yicha variatsiya koeffitsiyenti 33 % dan oshdi (38,1 % va 37,5 %), ya’ni tafovut kattalashdi.

Ijodiy tafakkurning mantiqiy amallar bilan sust bog‘liqligi konvergent va divergent tafakkur nisbatan mustaqilligini tasdiqlaydi [8]; shuning uchun san’at komponenti alohida bo‘g‘in sifatida rejalashtirilishi lozim [2]. Tajriba guruhidagi me’yoriylik buzilishi mezon shartlarini tekshirish zarurligini ko‘rsatdi.

Ilmiy yangilik – konvergent va divergent tafakkurni birlashtirgan to‘rt mezon, o‘n olti indikator va 80 balli shkala asosida baholash modeli hamda mezon shartlarini tekshirishni o‘z ichiga olgan tahlil algoritmi. **Amaliy ahamiyati** – undan o‘qituvchi va tadqiqotchilar STEAM natijalarini baholashda foydalanishi mumkin.

Xulosa va amaliy tavsiyalar

1. Aqliy tafakkurni tahlil va sintez, taqqoslash va tasniflash, umumlashtirish va mantiqiy xulosa hamda ijodiy tafakkur mezonlari bilan baholash konvergent va divergent tafakkurni birga qamraydi. 2. STEAM samaradorligini asoslash uchun dastlabki tenglikni tekshirish, foizli tahlil, χ^2 va t-mezonlari, ta’sir kattaligi va guruh ichidagi o‘sishni ketma-ket qo‘llash kerak; me’yoriylik buzilsa, Mann–Uitni mezoni qo‘llanadi. 3. Algoritmning empirik qiymati real tanlanmada tekshirilishi lozim.

Tavsiyalar: har bir STEAM loyihasiga mantiqiy va ijodiy topshiriqlarni muvozanatli kiritish; tafakkurni o‘quv yili boshida va oxirida yagona mezonlar bilan tashxislash; hisobotlarda t yoki χ^2 bilan birga df, p va ta’sir kattaligini ko‘rsatish. Keyingi tadqiqotlar modelni real tanlanmada sinashga qaratilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1.Yakman G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education // Pupils’ Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching. – Salt Lake City, Utah, USA, 2008.

2.Henriksen D. Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices // The STEAM Journal. – 2014. – Vol. 1, No. 2. – Article 15. – DOI: 10.5642/steam.20140102.15.

3.Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43.

4.O‘zbekiston Respublikasining «Ta’lim to‘g‘risida»gi Qonuni. 2020-yil 23-sentabr, O‘RQ-637-son. – URL: https://lex.uz/docs/-5013007 (murojaat sanasi: 15.11.2026).

5.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi «O‘zbekiston Respublikasi xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi PF-5712-son Farmoni. – URL: https://lex.uz/docs/-4312785 (murojaat sanasi: 15.11.2026).

6.Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999.

7.Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов. – М.: Педагогика, 1972.

8.Guilford J.P. The Nature of Human Intelligence. – New York: McGraw-Hill, 1967.

9.Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

10.Cohen L., Manion L., Morrison K. Research Methods in Education. 8th ed. – London; New York: Routledge, 2018. – 916 p.

11.Raven J., Raven J.C., Court J.H. Manual for Raven’s Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Section 2: The Coloured Progressive Matrices. – Oxford: Oxford Psychologists Press, 1998.

12.Torrance E.P. Torrance Tests of Creative Thinking: Norms-Technical Manual. – Princeton, NJ: Personnel Press, 1966.

13.Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.

14.Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. – 567 p.

15.Wasserstein R.L., Lazar N.A. The ASA statement on p-values: context, process, and purpose // The American Statistician. – 2016. – Vol. 70, No. 2. – P. 129–133.