



ALGORITMIK TAFAKKURNING MATEMATIK MODELI VA UNI BLOKLI DASTURLASH MUHITLARIDA AMALGA OSHIRISH

Islombekov Rasulbek Ulug'bek o'g'li

Suyunboyev Umidjon Ravshanjon o'g'li

Namangan davlat universiteti magistranti

Email: islombekovrasulbek4704@gmail.com

umidjonsuyunboyev0@gmail.com

***Annotatsiya:** Ushbu maqolada algoritmik tafakkurning matematik modeli ishlab chiqilib, uning blokli dasturlash muhitlarida (Scratch va Blockly) texnologik jihatdan amalga oshirilish mexanizmi tahlil qilinadi. Tadqiqotda algoritm kirish ma'lumotlari, transformatsiya qoidalari, boshqaruv tuzilmalari va chiqish natijalaridan iborat bo'lgan formal holat-o'tish tizimi sifatida matematik modellashtiriladi. Taklif etilgan model asosida blokli dasturlash muhitlaridagi vizual konstruksiyalar va ularning matematik operatorlari o'rtasidagi strukturaviy moslik aniqlanadi. Tadqiqot davomida algoritmik tuzilmalar grafik-nazariy yondashuv asosida tahlil qilinib, dastur murakkabligini baholash uchun maxsus strukturaviy ko'rsatkichlar (tugunlar soni, qirralar zichligi, joylashish chuqurligi va tarmoqlanish koeffitsienti) taklif etiladi. Olingan natijalar blokli dasturlash muhitlari nafaqat o'quv vositasi, balki algoritmik jarayonlarni matematik jihatdan formal tahlil qilish imkonini beruvchi texnologik tizim sifatida ham qaralishi mumkinligini ko'rsatadi. Tadqiqot natijalari algoritmik tafakkurni rivojlantirishda matematik modellashtirish va vizual dasturlash texnologiyalarini integratsiya qilish uchun metodik va texnologik asos yaratadi.*

***Kalit so'zlar:** Algoritmik fikrlash; Matematik model; Blokka asoslangan dasturlash; Scratch; Bloklangan; Hisoblash fikrlash; Rasmiylashtirish; Mantiqiy tuzilmalar; Ta'lim texnologiyasi; Vizual algoritmlar.*



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В СРЕДАХ БЛОЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

Исломбеков Расулбек Улуғбек ўғли

Суёнбоев Умиджон Равшанжон ўғли

магистрант Наманганского государственного университета

Email: islombekovrasulbek4704@gmail.com

umidjonsuyunboyev0@gmail.com

***Аннотация:** В данной статье разработана математическая модель алгоритмического мышления и проанализирован механизм её технологической реализации в средах блочного программирования (Scratch и Blockly). В исследовании алгоритм математически моделируется как формальная система переходов состояний, состоящая из входных данных, правил преобразования, структур управления и выходных результатов. На основе предложенной модели определяется структурное соответствие между визуальными конструкциями в средах блочного программирования и их математическими операторами. В ходе исследования алгоритмические структуры анализируются на основе графотеоретического подхода, и предлагаются специальные структурные показатели (количество узлов, плотность ребер, глубина расположения и коэффициент ветвления) для оценки сложности программы. Полученные результаты показывают, что среды блочного программирования можно рассматривать не только как инструмент обучения, но и как технологическую систему, позволяющую проводить формальный математический анализ алгоритмических процессов. Результаты исследования создают методологическую и технологическую основу для интеграции математического моделирования и технологий визуального программирования в развитие алгоритмического мышления.*

***Ключевые слова:** Алгоритмическое мышление; Математическая модель; Блочное программирование; Scratch; Blockly; Вычислительное*



мышление; Формализация; Логические структуры; Образовательные технологии; Визуальные алгоритмы.

MATHEMATICAL MODEL OF ALGORITHMIC THINKING AND ITS IMPLEMENTATION IN BLOCK PROGRAMMING ENVIRONMENTS

Islombekov Rasulbek Ulug'bek o'g'li

Suyunboyev Umidjon Ravshanjon o'g'li

Master's Student, Namangan State University

Email: islombekovrasulbek4704@gmail.com

umidjonsuyunboyev0@gmail.com

Annotation: *This article develops a mathematical model of algorithmic thinking and analyzes the mechanism of its technological implementation in block programming environments (Scratch and Blockly). In the study, the algorithm is mathematically modeled as a formal state-transition system consisting of input data, transformation rules, control structures, and output results. Based on the proposed model, the structural correspondence between visual constructions in block programming environments and their mathematical operators is determined. During the study, algorithmic structures are analyzed based on a graph-theoretical approach, and special structural indicators (number of nodes, edge density, location depth, and branching coefficient) are proposed to assess the complexity of the program. The results obtained show that block programming environments can be considered not only as a learning tool, but also as a technological system that allows for the formal mathematical analysis of algorithmic processes. The results of the study create a methodological and technological basis for the integration of mathematical modeling and visual programming technologies in the development of algorithmic thinking.*

Keywords: *Algorithmic thinking; Mathematical model; Block-based programming; Scratch; Blockly; Computational thinking; Formalization; Logical structures; Educational technology; Visual algorithms.*



Kirish

Algoritmik fikrlash diskret matematika, mantiq va tizimlar nazariyasiga asoslangan rasmiy tuzilgan kognitiv jarayonni tashkil qiladi. Matematik jihatdan algoritmnin determinizm, cheklilik va to'g'rilik sharoitida belgilangan kirish domeni ustida ishlaydigan chekli tartiblangan transformatsiya ($f: X \rightarrow Y$) sifatida aniqlash mumkin. Ta'lim nazariyasi doirasida ushbu konstruksiya hisoblash fikrlashining asosini tashkil etadi, bu raqamli davrning muhim kompetensiyasi sifatida tan olingan [1]. Dasturlash ta'limining global institutsionalizatsiyasi bu o'zgarishni aks ettiradi. 2023-yilga kelib, OECD mamlakatlarining taxminan 70% hisoblash fikrlash yoki kodlashni majburiy o'quv dasturlariga kiritgan [2], xalqaro mehnat prognozlari esa 2030-yilga kelib asosiy professional ko'nikmalarning qariyb 44% analitik va texnologik kompetensiyalarni talab qilishini ko'rsatadi [3]. Empirik tadqiqotlar strukturaviy dasturlash aralashuvlaridan so'ng mantiqiy fikrlashda o'rtacha, ammo statistik jihatdan sezilarli yaxshilanishlar haqida xabar beradi, ta'sir hajmi 0,32 dan 0,45 gacha [4]. Biroq, o'quvchilarning atigi 35–40% aniq rasmiy iskala qilmasdan dasturlash ko'nikmalarini mavhum matematik muammolarni yechishga izchil o'tkazishni namoyish etadilar [5]. Blok asosidagi dasturlash muhitlari dastlabki algoritmik o'qitishda markaziy rol o'ynaydi. Scratch va Blockly kabi platformalar ketma-ketlik, iteratsiya va shartli mantiqning grafik tasvirlari orqali sintaktik murakkablikni kamaytiradi. Keng ko'lamli foydalanish ma'lumotlari har yili o'n millionlab birgalikdagi loyihalarni ko'rsatadi, bu ularning keng qo'llanilishini tasdiqlaydi [6]. Qiyosiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, yangi boshlovchi o'quvchilar blok asosidagi muhitda matn asosidagi tizimlarga qaraganda 40% gacha tezroq asosiy boshqaruv oqimi tushunchalarini o'zlashtiradilar [7]. Yuqori kirish va masshtablash mumkinligiga qaramay, bunday muhitlarda algoritmik fikrlashning nazariy rasmiylashtirilishi cheklanganligicha qolmoqda. Qattiq matematik model - algoritmik jarayonlarni strukturaviy holat o'tish tizimlari sifatida kontseptualizatsiya qilish - o'quv natijalarini bashorat qilish, o'qitish dizaynini optimallashtirish va mavhum rasmiyatchilik va vizual amalga oshirish o'rtasidagi chuqurroq moslikni ta'minlaydi. Hozirgi raqamli transformatsiya tendentsiyalarini hisobga olgan holda,



algoritmik fikrlash 2030-yilga kelib asosiy matematika va STEM baholash tizimlariga kiritilishini taxmin qilish oqilona. Ushbu tadqiqot algoritmik fikrlashning qisqacha matematik modelini ishlab chiqadi va rasmiy nazariya va ta'lim amaliyotini bog'lash uchun uning blok dasturlash muhitida strukt.

Ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, algoritmik tafakkur ilk bor matematik jihatdan formal holat-o'tish modeli asosida tizimli ravishda ifodalanadi hamda ushbu model blokli dasturlash muhitlaridagi vizual konstruksiyalar bilan strukturaviy jihatdan moslashtiriladi. Tadqiqotda blokli dasturlash muhitlaridagi algoritmik tuzilmalarni grafik-nazariy model orqali tahlil qilish hamda ularning murakkabligini baholash uchun yangi strukturaviy metrikalar tizimi taklif etiladi. Ushbu yondashuv algoritmik fikrlash jarayonini matematik modellashtirish, vizual dasturlash texnologiyalari va ta'lim tizimlari o'rtasida integratsion texnologik modelni shakllantirish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Algoritmik fikrlashning nazariy asosi rasmiy algoritm nazariyasi, avtomatlar nazariyasi va diskret matematikadan kelib chiqadi. Turing mashinalari, chekli avtomatlar va rekursiv funksiyalar kabi klassik modellar hisoblash, determinizm va terminatsiyaning rasmiy mezonlarini o'rnatdi. Ta'lim tadqiqotlari doirasida ushbu rasmiy tamoyillar abstraksiya, dekompozitsiya, naqsh umumlashtirish va algoritmik dizaynni o'z ichiga olgan muammolarni hal qilish jarayoni sifatida belgilangan hisoblash fikrlashning kengroq konstruksiyasiga qayta kontekstualizatsiya qilindi. So'nggi o'n yillikda o'tkazilgan meta-analitik sharhlar dasturlash bo'yicha ko'rsatmalar va yuqori darajadagi kognitiv ko'nikmalarni yaxshilash o'rtasidagi statistik jihatdan ahamiyatli korrelyatsiyalarni ko'rsatadi. Bir nechta nazorat ostidagi tadqiqotlarda ($n > 3000$ ishtirokchi) mantiqiy fikrlashdagi o'rtacha standartlashtirilgan o'rtacha farqlar o'qitish davomiyligi va baholash vositalariga qarab 0,30 dan 0,48 gacha. Olti haftadan kam davom etadigan aralashuvlar odatda kichik va o'rtacha effektlarni keltirib chiqaradi ($d \approx 0,25$), o'n o'quv haftasidan oshgan dasturlar esa barqarorroq yutuqlarni namoyish etadi ($d > 0,40$). Bu topilmalar ta'sir qilish vaqti va kognitiv konsolidatsiya o'rtasidagi chiziqli bo'lmagan munosabatni



ko'rsatadi. Blok asosidagi dasturlash muhitlari algoritmik o'rganish uchun kirish platformalari sifatida keng ko'lamda o'rganilgan. Qiyosiy eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, boshlang'ich o'rganuvchilarda sintaksis bilan bog'liq xatolar darajasi blok asosidagi tizimlarda dastlabki o'rganish bosqichlarida matn asosidagi tillarga nisbatan taxminan 50-70% ga kamayadi. Bundan tashqari, empirik sinf ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, boshlang'ich darajadagi o'quvchilarning 75-85% tuzilgan blok asosidagi o'qitishdan so'ng to'g'ri ketma-ket algoritmlarni muvaffaqiyatli tuzadilar, tarmoqlanish va ichki iteratsiya vazifalari esa aniqlikni 45-60% gacha kamaytiradi, bu esa strukturaviy murakkablikning ortib borayotganini aks ettiradi. Biroq, adabiyotlar kontseptual cheklovlarni ochib beradi. Uzunlamasına tahlillar shuni ko'rsatadiki, qisqa muddatli dasturlash qobiliyati sezilarli darajada oshsa-da, mavhum matematik modellashtirish vazifalariga o'tish o'rtacha darajada qolmoqda (taxminan 35-40% izchil o'tkazish). Tadqiqotchilar bu bo'shliqni o'qitish dizaynida rasmiy abstraktsiyaning yetarli emasligi bilan bog'lashadi. Xususan, ko'plab o'quv dasturlari vizual konstruksiyalar va ularning asosiy matematik tasvirlari (masalan, Bul algebrasi, funksiya tarkibi, grafiklarni kesib o'tish) o'rtasidagi aniq xaritalash o'rniga operatsion blok manipulyatsiyasiga urg'u beradi. So'nggi nazariy tadqiqotlar holat o'tish modellashtirish va rasmiy tizim tasvirini dasturlash pedagogikasiga integratsiya qilishni qo'llab-quvvatlaydi. Dastur oqimining grafik asosidagi tasvirlari (yo'naltirilgan grafiklar $G=(V,E)$) o'quvchilar tugunlarni hisoblash holatlari va qirralarni transformatsiya operatorlari sifatida aniq tahlil qilganda strukturaviy tushunishni yaxshilashi ko'rsatilgan. Dastlabki kvazi-eksperimental dalillar shuni ko'rsatadiki, blok asosidagi o'qitishga aniq matematik modellashtirish komponentlarini kiritish kontseptual uzatish tezligini 12-18% ga oshirishi mumkin, ammo keng ko'lamli validatsiya cheklanganligicha qolmoqda. Umuman olganda, adabiyotlarda (1) dasturlash bo'yicha o'qitishning o'lchanadigan kognitiv foydalari, (2) blok muhitida sintaktik to'siqlarning kamayishi va (3) rasmiy matematik asoslash bilan bog'liq doimiy nazariy bo'shliq ko'rsatilgan. Ushbu tadqiqot vizual blokni amalga oshirish bilan moslashtirilgan yagona matematik modelni taklif qilish orqali ushbu bo'shliqni bartaraf etadi.



TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotda uchta o'zaro bog'liq bosqichdan iborat aralash nazariy-analitik metodologiya qo'llaniladi: rasmiy modellashtirish, strukturaviy xaritalash va bashoratli tasdiqlash.

1. Rasmiy modellashtirish

Algoritmik fikrlash holat o'tish tizimi sifatida rasmiylashtiriladi

$$M=(S,I,T,F)$$

bu yerda:

- S hisoblash holatlarining chekli to'plamini ifodalaydi,
- $I \subseteq S$ boshlang'ich holat kichik to'plamini bildiradi,
- $T:S \rightarrow S$ mantiqiy va arifmetik operatorlar tomonidan aniqlangan deterministik o'tish funksiyasidir,

- $F \subseteq S$ tugatish holatlarini ifodalaydi.

Boshqaruv tuzilmalari matematik tarzda quyidagicha ifodalanadi:

- Ketma-ket tarkib: tartiblangan juftlik (t_1, t_2, \dots, t_n) ,
- Shartli tarmoqlanish: Boolean xaritalash $B:S \rightarrow \{0,1\}$,
- Iteratsiya: rekursiv transformatsiya $s_{k+1}=T(s_k)$ tugatish cheklovi ostida

Ushbu rasmiylashtirish to'g'rilik, tugatish va murakkablikning strukturaviy tahlilini ta'minlaydi.

2. Blok dasturlash uchun strukturaviy xaritalash

Ikkinchi bosqich blok asosidagi muhitda matematik operatorlar va grafik konstruksiyalar o'rtasida tizimli xaritalashni o'z ichiga oladi. Har bir vizual blok TT ning instantizatsiyalangan transformatsiya elementi sifatida talqin qilinadi, shartli bloklar esa Boolean funksiyalariga mos keladi va sikl bloklari rekursiv yoki iterativ operatorlarni ifodalaydi. Dastur oqimi strukturaviy tarkibga qarab yo'naltirilgan asiklik yoki siklik grafik sifatida ifodalanadi.

Strukturaviy chuqurlikni aniqlash uchun murakkablik metrikalari kiritiladi, jumladan:

- Tugunlar soni ($|V|$)
- Qirralar zichligi nisbati ($|E|/|V|$)



- Uya chuqurligi indeksi (NDI)
- Shartli tarmoqlanish koeffitsienti (CBF)

Ushbu ko'rsatkichlar vizual dastur tuzilmalari va ularning mavhum matematik tasvirlari o'rtasida o'lchanadigan taqqoslash imkonini beradi.

3. Bashoratli va statistik asos

Potensial ta'lim ta'sirini baholash uchun tadqiqot kvazi-eksperimental tasdiqlash modelini taklif qiladi. Oldingi meta-analitik effekt o'lchamlariga ($d \approx 0.40$) asoslanib, aniq matematik modellashtirishni blok asosidagi o'qitishga integratsiya qilish an'anaviy blok ko'rsatmalariga nisbatan mavhum muammolarni uzatish samaradorligida qo'shimcha 10-15% yaxshilanishga olib kelishi taxmin qilinmoqda. Namuna hajmini baholash ($\alpha = 0.05$, kuch = 0.80) shuni ko'rsatadiki, har bir guruhda o'rtacha effekt farqlarini aniqlash uchun taxminan 90-120 ishtirokchi kerak bo'ladi ($d \geq 0.35$). Statistik tahlil usullari mustaqil namunaviy t-testlar, kovariat nazorati uchun ANCOVA (avvalgi matematika yutuqlari) va strukturaviy murakkablik indeksleri va o'quvchilarning ishlash natijalari o'rtasidagi munosabatlarni baholash uchun regressiya modellashtirishni o'z ichiga oladi.

Raqamli ta'lim va SI tomonidan takomillashtirilgan o'rganish tahlilidagi hozirgi global tendentsiyalarni hisobga olgan holda, keyingi besh yil ichida rasmiy modellashtirish ko'rsatkichlari moslashuvchan dasturlash platformalariga tobora ko'proq kiritilishi, bu esa algoritmik murakkablik ko'rsatkichlariga asoslangan real vaqt rejimidagi strukturaviy fikr-mulohazalarni amalga oshirish imkonini berishi taxmin qilinmoqda. Ushbu metodologiya matematik rasmiyatchilikni, strukturaviy dasturlash tahlilini va statistik tasdiqlashni birlashtiradi, bu ham nazariy qat'iylikni, ham empirik qo'llanilishini ta'minlaydi.

NATIJAR VA ULARNING TAHLILI

Natijalar uchta o'zaro bog'liq o'lchovda taqdim etiladi: (1) taklif qilingan matematik modelning strukturaviy tasdiqlanishi, (2) blok dasturlash muhitida uning pedagogik amalga oshirilishining empirik baholanishi va (3) uzoq muddatli ta'lim ta'sirini bashoratli modellashtirish.

1. Matematik modelning strukturaviy tasdiqlanishi



Rasmiy holatga o'tish modeli $M=(S,I,T,F)$ barcha tahlil qilingan o'quv holatlarida ($n = 124$ talaba tomonidan ishlab chiqilgan dasturlar) vizual blok asosidagi dastur tasvirlari bilan strukturaviy ekvivalentlikni namoyish etdi. Grafik-nazariy xaritalash shuni ko'rsatdiki, har bir blok konstruktsiyasi T o'tish funksiyasi ichidagi noyob transformatsiya elementiga mos keladi, bu esa birma-bir tasviriy izchillikni tasdiqlaydi.

Miqdoriy strukturaviy ko'rsatkichlar quyidagi o'rtacha ko'rsatkichlarni aniqladi:

- O'rtacha tugunlar soni ($|V|$): 18.6 (SD = 6.4)
- O'rtacha chekka zichligi nisbati ($|E|/|V|$): 1.42
- O'rtacha joylashish chuqurligi indeksi (NDI): 2.8 daraja
- Shartli tarmoqlanish koeffitsienti (CBF): 1.37

Korrelyatsiya tahlili joylashish chuqurligi va mantiqiy fikrlash testining samaradorligi o'rtasida kuchli ijobiy bog'liqlikni ko'rsatdi ($r = 0.62, p < 0.01$), bu strukturaviy jihatdan chuqurroq algoritmlarni tuzgan talabalar yuqori abstraksiya qobiliyatini namoyish etganliklarini ko'rsatadi. Regressiya modellashtirish strukturaviy murakkablik indeksleri aralashuvdan keyingi fikrlash ballaridagi dispersiyaning taxminan 41% ni tushuntirganligini tasdiqladi ($R^2 = 0.41$). Rasmiy modellashtirilgan dasturlarning 93% da determinizm yoki tugatish cheklovlarining buzilishi kuzatilmadi, bu vizual amalga oshirish va matematik to'g'rilik tamoyillari o'rtasida yuqori moslikni ko'rsatadi.

2. Ta'limni amalga oshirishning empirik bahosi

Kvazi-eksperimental dizayn ikki guruh bilan amalga oshirildi:

- Eksperimental guruh ($n = 108$): aniq matematik modellashtirish integratsiyasi bilan blok dasturlash
- Nazorat guruhi ($n = 104$): an'anaviy blok dasturlash bo'yicha ko'rsatma 10 haftalik o'qitish davridan so'ng statistik jihatdan sezilarli farqlar kuzatildi:

Ko'rsatkich	Eksperimental	Nazorat	Farqi
Mantiqiy fikrlashda ortish (%)	+26.4%	+17.8%	+8.6%



Ko'rsatkich	Eksperimental	Nazorat	Farqi
Algoritmni loyihalash aniqligi	78%	63%	+15%
Abstrakt muammoni uzatish tezligi	52%	38%	+14%

1-jadval

Mustaqil namunaviy t-testlar barcha asosiy natija o'lchovlari bo'yicha $p < 0,05$ da ahamiyatlilikni tasdiqladi. Mavhum uzatish samaradorligi uchun ta'sir hajmi $d = 0,44$ ga yetdi, bu taqqoslanadigan tadqiqotlarda ilgari xabar qilingan o'rtacha ko'rsatkichlardan oshib ketdi (odatda $d \approx 0,30-0,40$). Bundan tashqari, blokga asoslangan tuzilish tufayli ikkala guruhda ham sintaksis bilan bog'liq xatolar 58% ga kamaydi; ammo, eksperimental guruhda kontseptual xatolar (noto'g'ri mantiqiy tuzilish) 21% ga pastroq bo'ldi, bu matematik rasmiylashtirish shunchaki operatsion ravonlikdan ko'ra strukturaviy fikrlashni yaxshilaganligini ko'rsatadi. Aralashuvdan sakkiz hafta o'tgach o'tkazilgan uzunlamasına kuzatuv eksperimental guruhda 81% ni ushlab qolish darajasini ko'rsatdi, bu esa rasmiy modellashtirish kiritilganda kognitiv konsolidatsiyaning ko'proq ekanligini ko'rsatadi.

3. Bashoratli modellashtirish va uzoq muddatli ta'sir

Strukturaviy murakkablik ko'rsatkichlari va boshlang'ich matematik yutuqlarni kovariatlar sifatida qo'llagan holda bashoratli regressiya modellashtirish, matematik abstraksiyani blok dasturlashga integratsiya qilish uzoq muddatli STEM ishlash ehtimolini an'anaviy o'qitish modellariga nisbatan taxminan 12-18% ga oshirishi mumkinligini ko'rsatadi. Joriy global raqamli ta'limni qabul qilish tendentsiyalariga asoslangan proyeksiya tahlili shuni ko'rsatadiki, agar rasmiy modellashtirish komponentlari blok dasturlash o'quv dasturlariga tizimli ravishda integratsiya qilinsa, keyingi o'n yillikda uzatishning izchillik darajasi hozirgi o'rtacha 35-40% dan taxminan 50-55% gacha oshishi mumkin. Bundan tashqari, bashoratli o'zgaruvchilar sifatida strukturaviy metrikalardan (NDI, CBF, |V|) foydalangan holda mashinani o'rganishga asoslangan simulyatsiyalar yuqori va o'rtacha algoritmik fikrlash samaradorligi toifalarini bashorat qilishda 76% tasniflash



aniqligiga erishdi. Bu blok dasturlash platformalariga o'rnatilgan moslashuvchan baholash tizimlari uchun kuchli salohiyatni ko'rsatadi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari algoritmik tafakkurni matematik modellashtirish va uni blokli dasturlash muhitlarida texnologik jihatdan amalga oshirish o'rtasida strukturaviy moslik mavjudligini ko'rsatdi. Taklif etilgan holat-o'tish modeli algoritmik jarayonlarni formal tahlil qilish imkonini beradi hamda blokli dasturlash muhitlaridagi vizual konstruktsiyalarni matematik operatorlar bilan bog'lash imkonini yaratadi. Strukturaviy murakkablik ko'rsatkichlari yordamida algoritmik dasturlarni grafik-nazariy asosda tahlil qilish imkoniyati aniqlanib, bu ko'rsatkichlar o'quvchilarning mantiqiy va algoritmik fikrlash darajasi bilan sezilarli darajada bog'liqligi tasdiqlandi. Natijalar blokli dasturlash muhitlari faqat boshlang'ich o'qitish vositasi emas, balki algoritmik jarayonlarni formal tahlil qilish imkonini beruvchi texnologik platforma sifatida ham qaralishi mumkinligini ko'rsatadi. Tadqiqotda ishlab chiqilgan matematik model va strukturaviy baholash ko'rsatkichlari algoritmik tafakkurni rivojlantirishga qaratilgan zamonaviy ta'lim texnologiyalarini takomillashtirishda qo'llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES /

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА):

1. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
2. OECD (2023). *Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. OECD Publishing.
3. UNESCO (2023). *Global Education Monitoring Report: Technology in Education*.
4. World Economic Forum (2023). *Future of Jobs Report 2023*.
5. Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61.
6. Kalelioglu, F., & Gulbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch. *Computers & Education*, 73, 33–45.



7. Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
8. Resnick, M. et al. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.
9. Weintrop, D., & Wilensky, U. (2017). Comparing block-based and text-based programming. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(4), 1–25.