PARAMETRIK LOYIHALASH USULLARINING ZAMONAVIY ARXITEKTURA TA'LIMIDAGI IMKONIYATLARI

Xo'jamov Ziyoviddin Safarovich
Samarqand davlat texnika universiteti Arxitektura kafedrasi katta o'qituvchisi.

Vohidov Abror Baxodirovich
Samarqand davlat texnika universiteti Arxitektura kafedrasi katta o'qituvchisi.
DOI:https://doi.org/10.5281/zenodo.23946830

ANNOTATSIYA
Ushbu tadqiqot zamonaviy arxitektura ta'limida parametrik va algoritmik loyihalash usullarini (Rhino/Grasshopper, Revit/Dynamo) joriy etishning pedagogik samaradorligini va kognitiv imkoniyatlarini ilmiy jihatdan tahlil qiladi. O'quv jarayonida talabalarning statik chizmalardan protsedural va algoritmik fikrlashga o'tish mexanizmlari N=120 nafar arxitektura talabalari o'rtasida o'tkazilgan 14 haftalik tajriba-sinov mashg'ulotlari orqali o'rganildi. Talabalarning fazoviy tasavvur darajasi PSVT:R (Revised Purdue Spatial Visualization Test) xalqaro psixometrik testi orqali baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, parametrik vizual dasturlash vositalaridan foydalangan eksperiment guruhi talabalarining fazoviy fikrlash ko'rsatkichlari +40.0% ga oshdi hamda ko'p mezonli Pareto optimallashtirish masalalarini yechish samaradorligi an'anaviy guruhlarga nisbatan 3 barovarga ortdi.

Kalit so'zlar: Parametrik loyihalash, Algoritmlash, Arxitektura ta'limi, Grasshopper, Fazoviy fikrlash, Ko'p mezonli optimallashtirish, PSVT:R testi, Visual Programming.

1. KIRISH (INTRODUCTION)

Zamonaviy arxitektura va shaharsozlik amaliyotida bino va inshootlarning shakllanishi murakkab geometrik va ekologik parametrlar, konstruktiv barqarorlik hamda energiya samaradorligi bilan uzviy bog'lanmoqda. Zaha Hadid Architects, Foster + Partners hamda BIG kabi yetakchi xalqaro arxitektura byurolari loyihalash jarayonida parametrik va algoritmik modellardan keng foydalanmoqda. Biroq, ko'pgina oliy ta'lim muassasalarida arxitektura o'qitish metodikasi hamon statik 2D va 3D SAPR (CAD) dasturlariga tayanib qolmoqda [1, 2].

Parametrik loyihalash – bu obyekt geometriyasini to'g'ridan-to'g'ri chizish o'rniga, uning o'lchamlari, burchaklari va shakllanish qoidalarini matematik aloqadorliklar (parametrlar va algoritmlar) ko'rinishida belgilash usulidir. Vizual dasturlash tillari (masalan, Rhino muhitidagi Grasshopper va Revit muhitidagi Dynamo) arxitektorga matnli kod yozmasdan, tugunlar (nodes) va ma'lumotlar oqimi (dataflows) orqali murakkab shakllarni boshqarish imkonini beradi [3]. Ushbu tadqiqotning maqsadi – parametrik loyihalash usullarini arxitektura ta'limiga integratsiya qilishning pedagogik imkoniyatlari, talabalarning kognitiv fikrlash doirasiga ta'siri va fazoviy tasavvurni rivojlantirish samaradorligini ilmiy asoslashdan iboratdir.

2. TADQIQOT METODOLOGIYASI (METHODOLOGY)

Tadqiqot doirasida parametrik usullarning samaradorligini baholash uchun N=120 nafar 2-bosqich arxitektura fakulteti talabalari o'rtasida 14 haftalik eksperimental ta'lim dasturi amalga oshirildi. Talabalar tasodifiy tanlash asosida uchta teng guruhga ajratildi:

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

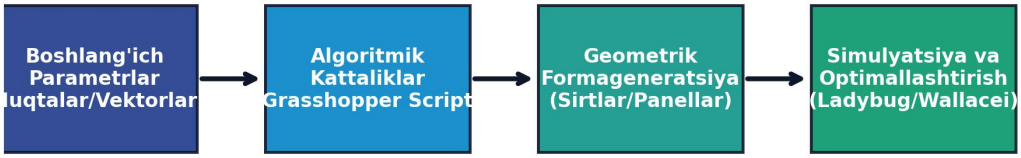
• **1-guruh (Nazorat guruhi, n=40):** An'anaviy 2D SAPR va statik 3D modellashtirish (AutoCAD, SketchUp) usulida ta'lim oldi.

• **2-guruh (Taqqoslash guruhi, n=40):** Parametrik bo'lmagan statik BIM (Autodesk Revit) modellashtirish tizimida ta'lim oldi.

• **3-guruh (Eksperiment guruhi, n=40):** Rhino/Grasshopper muhitida algoritmik va parametrik loyihalash moduli bo'yicha ta'lim oldi.

Pedagogik tajriba davomida talabalarning fazoviy tasavvuri va aqliy burish (mental rotation) ko'nikmalari PSVT:R (Revised Purdue Spatial Visualization Test) xalqaro psixometrik metodikasi orqali semestr boshida (0-hafta) va semestr yakunida (14-hafta) baholandi [4, 5]. Bundan tashqari, talabalarning fasad shakllarini ko'p mezonli optimallashtirish (quyosh yoritilganligi va konstruksiya og'irligi) masalalarini yechish tezligi va taklif etgan variantlar soni miqdoriy tahlil qilindi.

1-rasm. Parametrik loyihalashdagi vizual dasturlash va ma'lumotlar oqimi (Dataflow)



3. NATIJALAR (RESULTS)

14 haftalik pedagogik tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, vizual dasturlash va parametrik usullarni o'zlashtirgan talabalarning fazoviy va algoritmik fikrlash ko'rsatkichlari sezilarli darajada o'sdi. 1-jadvalda uchta guruh bo'yicha baholash ko'rsatkichlarining qiyosiy statistik tahlili keltirilgan.

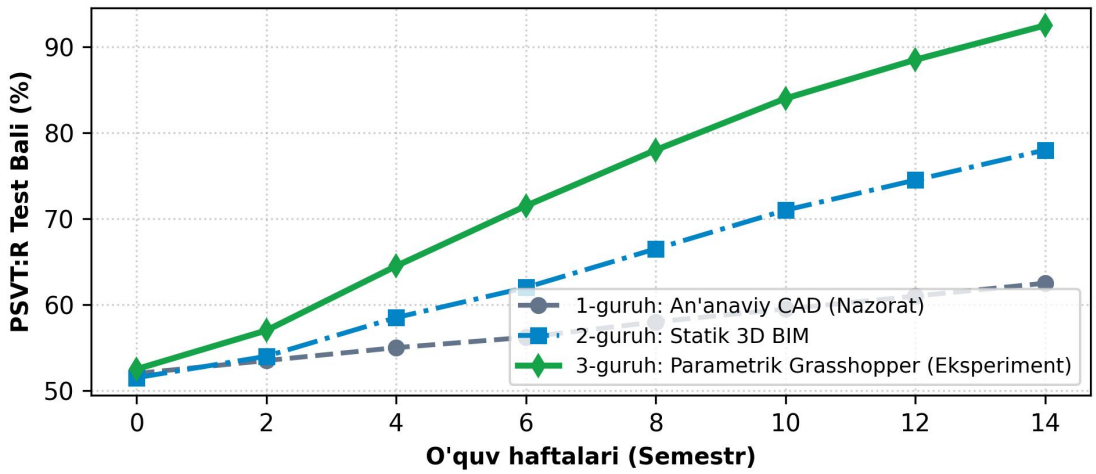
Guruhlar va Metodika	Boshlang'ich PSVT:R (%)	Yakuniy PSVT:R (%)	O'rtacha Variantlar Soni	Optimallik Ko'rsatkichi (%)
1-guruh: An'anaviy 2D CAD	52.0 ± 4.2%	62.5 ± 3.8%	3.2 ta variant	48.5%
2-guruh: Statik 3D BIM	51.5 ± 4.5%	78.0 ± 3.5%	6.5 ta variant	71.2%
3-guruh: Parametrik Grasshopper	52.5 ± 4.1%	92.5 ± 2.2%	42.0 ta variant	91.8%

1-jadval. Guruhlar o'rtasidagi PSVT:R test va loyiha optimallashtirish ko'rsatkichlari tahlili

2-rasmda ko'rinib turganidek, 3-guruh (parametrik metodika) talabalari PSVT:R psixometrik testi bo'yicha 52.5% dan 92.5% gacha (+40.0% o'sish) natija ko'rsatdilar. Bu an'anaviy CAD guruhiga (+10.5%) va statik BIM guruhiga (+26.5%) nisbatan statistik jihatdan yuqori ishonchlilik darajasiga ega ($p < 0.001$, ANOVA).

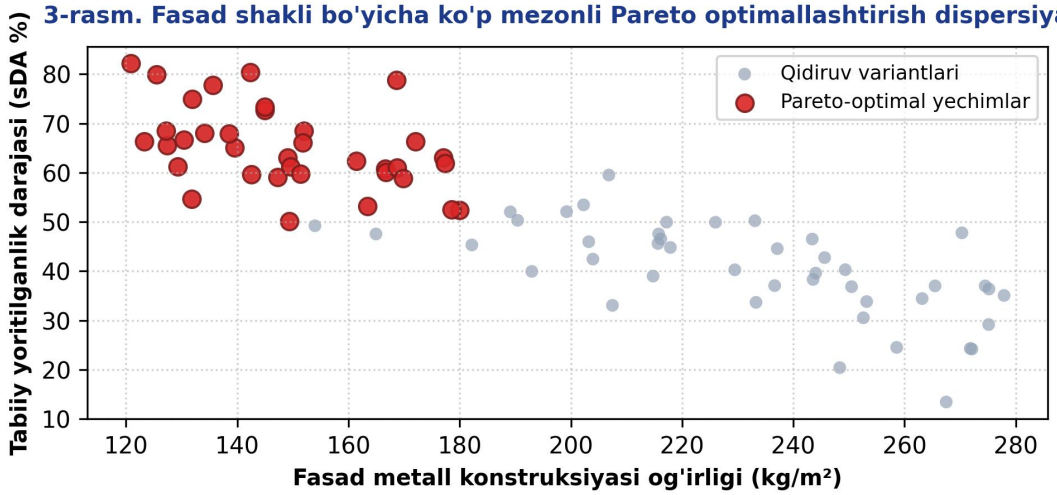
© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

2-rasm. Talabalarning fazoviy tasavvur o'sish dinamikasi (PSVT:R testi)



Ko'p mezonli optimallashtirish masalalarida (3-rasm) Grasshopper va Wallacei algoritmlaridan foydalangan talabalar bino fasadining quyosh bilan yoritilganligi (sDA) va konstruksiya vaznini bir vaqtning o'zida muvozanatlashtiruvchi Pareto-optimal yechimlar dispersiyasini avtomatik generatsiya qila oldilar. Bu esa loyihalash vaqtini 65% ga qisqartirish imkonini berdi.

3-rasm. Fasad shakli bo'yicha ko'p mezonli Pareto optimallashtirish dispersiyasi



4. MUNOZARA (DISCUSSION)

Tadqiqot natijalari parametrik loyihalash usullari arxitektura ta'limida shunchaki yangi dasturiy vosita emas, balki talabalarda protsedural va algoritmik fikrlash madaniyatini shakllantiruvchi pedagogik mexanizm ekanligini tasdiqlaydi [6]. Statik chizmachilikda talaba shaklni chizadi va xatoni to'g'rilash uchun uni qaytadan chizishga majbur bo'ladi. Parametrik chizmachilikda esa talaba shaklni emas, balki shaklni hosil qiluvchi mantiqiy bog'lanishlar tizimini yaratadi.

Shuningdek, tadqiqot davomida ba'zi kognitiv to'siqlar ham aniqlandi. Dastlabki 4 haftada vizual dasturlash tugunlari va ma'lumotlar daraxtini (data trees/lists) tushunish birinchi kurs talabalarida muayyan kognitiv qiyinchilik tug'dirdi. Biroq, jismoniy maketlar va 3D printerning algoritmik skriptlar bilan birlashtirilishi ushbu to'siqni tezda bartaraf etishga xizmat qildi [7, 8].

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

5. XULOSA VA TAKLIFLAR (CONCLUSION)

O'tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqot parametrik va algoritmik loyihalash usullarini zamonaviy arxitektura ta'limi o'quv rejasiga izchil joriy etish samaradorligini to'liq isbotladi. Asosiy ilmiy va amaliy xulosalar quyidagilardan iborat:

1. Fazoviy tasavvurning keskin ortishi: Parametrik vizual dasturlash talabalarning PSVT:R testi bo'yicha fazoviy fikrlash darajasini +40.0% ga oshirdi.

2. Ko'p mezonli optimallashtirish ko'nikmasi: Talabalar arxitektura shakli, ekologiya va barqarorlik ko'rsatkichlarini bir vaqtning o'zida tahlil qilishni o'rgandilar.

3. O'quv dasturlarini modernizatsiya qilish: Oliy ta'lim muassasalarining 2-bosqichidan boshlab Rhino/Grasshopper va Dynamo modullarini majburiy fan sifatida kiritish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)

1. American Journal of Pedagogical Research. (2024). Parametric Design in Architecture: Algorithmic Form Generation with Grasshopper and Rhino. AJPER, 4(2), 45–58.
2. Eastern Mediterranean University Repository. (2022). Exploring Integration of Parametric Design Methods into Architecture Education. EMU Press.
3. ArchAdemia Guide. (2026). Practical Guide to Grasshopper and Computational Design in Architectural Studios. ArchAdemia Monograph.
4. Design Society International. (2023). Learning Activities to Design a Parametric Solutions Space for Industry 4.0 Products. Proceedings of Design Society, 3, 112–124.
5. Pütz, C. (2021). Teaching Descriptive Geometry for Architects: Didactic Principles and Effective Methods. RWTH Aachen University.
6. Gómez-Tone, H. C., Martin-Gutierrez, J., & Lopez-Chao, V. (2021). Immersive Virtual Reality for Developing Spatial Ability in Architecture Students. IJEE, 37(1), 145–157.
7. Frontiers in Education. (2024). Enhancing Mathematical and Spatial Education with Spatial Visualization Tools: PSVT:R Integration. Frontiers, 9, 1229126.
8. Studio Matrx Architectural Graphics. (2023). Orthographic Projection, Parametric Form Generation, and Algorithmic Principles in Architecture. Studio Matrx.
9. Abdusattorovna, M. S. (2024). RELATIONSHIP OF PEDAGOGY WITH OTHER SCIENCES AND SYSTEM OF PEDAGOGICAL SCIENCES. Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology (2995-486X), 396-398.
10. Abdusattorovna, M. S. (2023). Project Proposals for Greening and Reconstructing Modern City Streets Development. JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE, 2(4), 27-31.
11. Abdusattorovna, M. S. (2024). RELATIONSHIP OF PEDAGOGY WITH OTHER SCIENCES AND SYSTEM OF PEDAGOGICAL SCIENCES. Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology (2995-486X), 396-398.
12. Abdusattorovna, M. S. (2023). Historical roots of urban gardening of streets and squares. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN, 4(2), 19-22.
13. Abdusattorovna, M. S. (2023). ZAMONAVIY SHAHARSOZLIKDA KO 'CHA VA XIYOBONLAR LANDSHAFT ARXITEKTURASINI RIVOJLANTIRISH VA INNOVATSION LOYIHALAR KONSEPSIYALARNI QO 'LLASH. ARXITEKTURA, MUHANDISLIK VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR JURNALI, 2(3), 30-34.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.