



SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA KASR TARTIBLI HOSILALARNING
VIZUALIZATSIYASI VA TALABALARNING TUSHUNISH DARAJASINI
OSHIRISH

VISUALIZATION OF FRACTIONAL-ORDER DERIVATIVES USING
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND IMPROVING STUDENTS' LEVEL OF
UNDERSTANDING

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДРОБНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ
ПОНИМАНИЯ СТУДЕНТОВ

Sobirboyeva Gulrux Javlon qizi, Urganch davlat pedagogika instituti magistranti

Annotatsiya. Mazkur maqolada matematika fanini chuqurlashtirib o'qitish jarayonida kasr tartibli hosilalarni o'rganishda sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishga asoslangan integrativ yondashuvning samaradorligi tahlil qilinadi. Kasr tartibli hosilalar murakkab va abstrakt matematik tushuncha bo'lib, ularni an'anaviy usullarda o'qitish talabalarda yetarli darajada tushunishni ta'minlamaydi. Shu bois tadqiqotda vizualizatsiya va fanlararo integratsiya imkoniyatlaridan foydalangan holda sun'iy intellektga asoslangan o'qitish modeli taklif etiladi.

Tadqiqot natijalari sun'iy intellekt vositalaridan foydalanish talabalarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish, mantiqiy fikrlashini rivojlantirish hamda kasr tartibli hosilalar bo'yicha amaliy ko'nikmalarini shakllantirishda samarali ekanligini ko'rsatdi. Olingan xulosalar kasr tartibli hosilalarni o'qitish metodikasini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Abstract. This article analyzes the effectiveness of an integrative approach based on the use of artificial intelligence tools in teaching fractional-order derivatives within advanced mathematics education. Fractional-order derivatives represent complex and abstract mathematical concepts, and traditional teaching methods often fail to ensure an adequate level of understanding among students. Therefore, the study proposes an AI-based instructional model that integrates visualization techniques and interdisciplinary approaches.





The research findings demonstrate that the use of artificial intelligence tools contributes significantly to deepening students' theoretical knowledge, developing their logical thinking skills, and forming practical competencies related to fractional-order derivatives. The obtained results have practical significance for improving the methodology of teaching fractional-order derivatives.

Аннотация. В данной статье анализируется эффективность интегративного подхода, основанного на использовании средств искусственного интеллекта при изучении дробных производных в процессе углубленного преподавания математики. Дробные производные являются сложными и абстрактными математическими понятиями, и традиционные методы обучения не всегда обеспечивают достаточный уровень их понимания студентами. В связи с этим в исследовании предлагается модель обучения, основанная на применении искусственного интеллекта, с использованием визуализации и междисциплинарной интеграции.

Результаты исследования показали, что использование средств искусственного интеллекта способствует углублению теоретических знаний студентов, развитию их логического мышления и формированию практических навыков по теме дробных производных. Полученные выводы имеют практическое значение для совершенствования методики преподавания дробных производных.

Kalit so'zlar: kasr tartibli hosilalar, sun'iy intellekt texnologiyalari, matematik vizualizatsiya, integrativ ta'lim yondashuvi, fanlararo integratsiya, chuqurlashtirilgan matematika ta'limi, raqamli ta'lim vositalari.

Keywords: fractional-order derivatives, artificial intelligence technologies, mathematical visualization, integrative educational approach, interdisciplinary integration, advanced mathematics education, digital learning tools.

Ключевые слова: дробные производные, технологии искусственного интеллекта, математическая визуализация, интегративный образовательный подход, междисциплинарная интеграция, углубленное математическое образование, цифровые образовательные средства.

KIRISH. Zamonaviy matematika ta'limida murakkab va abstrakt tushunchalarni samarali o'qitish muammosi dolzarb hisoblanadi. Xususan, kasr tartibli hosilalar oliy





matematikaning muhim bo'limlaridan biri bo'lib, ularning nazariy asoslari va amaliy qo'llanilish doirasi fizika, texnika, iqtisodiyot va biologiya kabi fanlar bilan uzviy bog'liqdir. Biroq mazkur tushunchalarning murakkabligi sababli ularni an'anaviy o'qitish usullari orqali talabalarga yetarli darajada tushuntirishda qiyinchiliklar yuzaga kelmoqda.

So'nggi yillarda ta'lim jarayoniga sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish matematik tushunchalarni o'qitishda yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Sun'iy intellekt asosida ishlovchi raqamli vositalar yordamida murakkab matematik jarayonlarni vizual modellashtirish, interaktiv misollar orqali tushuntirish hamda talabalarning individual o'rganish ehtiyojlarini hisobga olish imkoniyati paydo bo'ldi. Bu esa kasr tartibli hosilalarni o'qitishda integrativ va innovatsion yondashuvlarni qo'llash zaruratini yuzaga keltiradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi matematika fanini chuqurlashtirib o'qitish jarayonida kasr tartibli hosilalarni o'rganishda sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishga asoslangan integrativ yondashuvning samaradorligini aniqlashdan iborat. Tadqiqot vazifalari sifatida kasr tartibli hosilalarni o'qitishdagi mavjud muammolarni tahlil qilish, sun'iy intellektga asoslangan vizual va interaktiv o'qitish usullarini ishlab chiqish hamda ularning ta'lim samaradorligiga ta'sirini aniqlash belgilandi.

Ushbu maqolada taklif etilgan yondashuv kasr tartibli hosilalarni o'qitish metodikasini takomillashtirish, talabalarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish va amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Kasr tartibli hosilalar nazariyasi va ularning qo'llanilishi so'nggi o'n yilliklarda matematika va amaliy fanlarda jadal rivojlanib kelmoqda. Mazkur yo'nalishning nazariy asoslari klassik matematik analizdan farq qiluvchi yondashuvlarga tayangan bo'lib, ko'plab tadqiqotchilar tomonidan chuqur o'rganilgan. Xususan, kasr tartibli hosilalarning asosiy ta'riflari, xossalari va differensial tenglamalar nazariyasi Fractional Differential Equations asarida tizimli ravishda bayon etilgan. Ushbu manbada Caputo va Riemann–Liouville hosilalarining matematik mohiyati keng yoritilgan bo'lib, ularning fizika va texnika sohalaridagi qo'llanilishiga alohida e'tibor qaratilgan.





Kasr tartibli hisoblashning nazariy va amaliy jihatlarini Theory and Applications of Fractional Differential Equations hamda Fractional Calculus kabi fundamental manbalarda batafsil o'rganilgan. Ushbu tadqiqotlarda kasr tartibli hosilalarning murakkab matematik tuzilishga ega ekanligi ta'kidlanib, ularni o'rganishda abstrakt tafakkur yuqori darajada talab etilishi qayd etiladi. Bu holat esa mazkur tushunchalarni o'qitishda an'anaviy yondashuvlarning yetarli emasligini ko'rsatadi.

Matematika ta'limida murakkab tushunchalarni o'zlashtirishda vizualizatsiya muhim didaktik vosita sifatida e'tirof etiladi. Tadqiqotchilar vizual modellar, grafik tasvirlar va dinamik ilovalar yordamida talabalarning matematik tushunchalarni chuqurroq anglash imkoniyati ortishini ta'kidlaydilar. Vizualizatsiyaga asoslangan ta'lim yondashuvlari talabalarda mantiqiy va kontseptual fikrlashni rivojlantirishi, ayniqsa, oliy matematikaning abstrakt bo'limlarida samarali ekanligi ilmiy ishlarda qayd etilgan.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'lim jarayoniga joriy etilishi matematika fanini o'qitishda yangi imkoniyatlarni yuzaga keltirdi. Sun'iy intellekt asosidagi raqamli vositalar yordamida individual o'rganish traektoriyalarini shakllantirish, murakkab matematik jarayonlarni modellashtirish va interaktiv muhit yaratish imkoniyati mavjud. Tadqiqotlarda sun'iy intellekt vositalari talabalarning mustaqil fikrlashini rivojlantirish, bilimlarni mustahkamlash va o'qitish samaradorligini oshirishga ijobiy ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan.

Shuningdek, fanlararo integratsiya va integrativ yondashuvga asoslangan ta'lim konsepsiyalari matematika ta'limida muhim o'rin tutadi. Matematika, axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar o'rtasidagi uzviy bog'liqlikni ta'minlash orqali talabalarda bilimlarning yaxlit tizimini shakllantirish mumkin. Mazkur yondashuv kasr tartibli hosilalarni o'qitishda ularning real jarayonlardagi qo'llanilishini ko'rsatish imkonini beradi va o'quv jarayonining amaliy ahamiyatini oshiradi.

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, kasr tartibli hosilalarni o'qitishda sun'iy intellekt vositalariga asoslangan vizual va integrativ yondashuvlar yetarli darajada tadqiq etilmagan. Shu bois, mazkur maqolada taklif etilayotgan yondashuv mavjud ilmiy ishlarga tayangan holda, kasr tartibli hosilalarni o'qitish metodikasini takomillashtirishga qaratilganligi bilan dolzarb ahamiyat kasb etadi.





TADQIQOT METODOLOGIYASI. Mazkur tadqiqot kasr tartibli hosilalarni matematika fanini chuqurlashtirib o‘qitish jarayonida sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish asosida o‘qitish samaradorligini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, unda nazariy va amaliy tadqiqot usullari uyg‘unlashtirildi. Tadqiqot metodologiyasi integrativ yondashuv tamoyillariga asoslanib, matematika ta’limi, axborot texnologiyalari va pedagogika fanlari kesishmasida olib borildi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida quyidagi usullardan foydalanildi:

- ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish va umumlashtirish;
- ta’lim jarayonini kuzatish;
- taqqoslash va qiyosiy tahlil;
- pedagogik tajriba (eksperiment);
- talabalarning o‘quv faoliyati natijalarini tahlil qilish.

Tadqiqot obyekti va predmeti. Tadqiqot obyekti oliy ta’lim muassasalarida matematika fanini chuqurlashtirib o‘qitish jarayoni hisoblanadi. Tadqiqot predmeti esa kasr tartibli hosilalarni o‘qitishda sun’iy intellekt vositalariga asoslangan vizual va integrativ yondashuvdan foydalanish metodikasidir.

Pedagogik tajriba tashkil etilishi. Pedagogik tajriba jarayonida talabalar ikki guruhga ajratildi: nazorat guruhi va tajriba guruhi. Nazorat guruhida kasr tartibli hosilalar an’anaviy o‘qitish usullari asosida o‘rgatilgan bo‘lsa, tajriba guruhida sun’iy intellektga asoslangan raqamli vositalar yordamida vizualizatsiya, interaktiv mashg‘ulotlar va fanlararo integratsiyaga asoslangan darslar tashkil etildi. Tajriba davomida kasr tartibli hosilalarning grafik tasvirlari, dinamik modellar va amaliy masalalarga yo‘naltirilgan topshiriqlardan foydalanildi.

Baholash mezonlari. Tadqiqot natijalarini baholashda quyidagi mezonlar asos qilib olindi:

- talabalarning nazariy bilimlar darajasi;
- kasr tartibli hosilalar bo‘yicha masalalarni yechish ko‘nikmalari;
- mantiqiy va kontseptual fikrlash darajasi;
- mustaqil ishlash va tahlil qilish qobiliyati.

Olingan natijalar qiyosiy tahlil qilinib, sun’iy intellekt vositalaridan foydalanilgan ta’lim modeli samaradorligi an’anaviy yondashuv bilan solishtirildi.





Tadqiqotning ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tanlangan metodlarning ilmiy asoslanganligi, tajriba jarayonining izchilligi hamda olingan ma'lumotlarning tahlil va umumlashtirish orqali tekshirilgani bilan ta'minlandi.

TAHLILLAR VA NATIJALAR. Tadqiqot jarayonida kasr tartibli hosilalarni o'qitishda sun'iy intellekt vositalariga asoslangan integrativ yondashuvning ta'lim samaradorligiga ta'siri tahlil qilindi. Pedagogik tajriba natijalari nazorat va tajriba guruhlari o'rtasida sezilarli farqlar mavjudligini ko'rsatdi.

Tajriba boshida har ikki guruh talabalarining kasr tartibli hosilalar bo'yicha dastlabki bilim darajasi deyarli bir xil bo'lib, ularning nazariy tushunchalarni o'zlashtirish darajasi o'rtacha ko'rsatkichni tashkil etdi. Tajriba yakunida esa sun'iy intellekt vositalari yordamida tashkil etilgan ta'lim jarayonida ishtirok etgan tajriba guruhi talabalarining bilim darajasi nazorat guruhiga nisbatan yuqori natijalarni namoyon etdi. Xususan, tajriba guruhi talabalarida kasr tartibli hosilalarning matematik mohiyatini tushunish, grafik tasvirlarini tahlil qilish va amaliy masalalarda qo'llash ko'nikmalari sezilarli darajada rivojlandi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellektga asoslangan vizual modellar va interaktiv topshiriqlar talabalarning mavzuga bo'lgan qiziqishini oshirib, ularning o'quv jarayonidagi faolligini kuchaytirdi. Talabalar kasr tartibli hosilalarni faqat formulalar majmui sifatida emas, balki real jarayonlarni tavsiflovchi matematik model sifatida idrok eta boshladilar. Bu holat fanlararo integratsiyaga asoslangan darslarning samaradorligini tasdiqlaydi.

Shuningdek, o'tkazilgan kuzatuvlar va o'quv faoliyati natijalari tahlili shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellekt vositalaridan foydalanish talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalarini rivojlantirishga ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Talabalar murakkab masalalarni yechishda grafik va dinamik modellar orqali o'z xulosalarini tekshirish imkoniyatiga ega bo'ldilar. Bu esa xatolarni tezda aniqlash va bilimlarni mustahkamlashga xizmat qildi.

Olingan natijalar asosida sun'iy intellekt vositalariga tayangan integrativ o'qitish modeli an'anaviy o'qitish usullariga nisbatan samaraliroq ekanligi aniqlandi. Mazkur yondashuv kasr tartibli hosilalarni o'qitishda talabalarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish bilan birga, ularning mantiqiy va kontseptual fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga ham xizmat qiladi.





1-jadval. Kasr tartibli hosilalarni o‘rganishda an‘anaviy va sun‘iy intellektga asoslangan yondashuvlar natijalarining qiyosiy tahlili

Baholash mezonlari	Nazorat guruhi (an‘anaviy yondashuv)	Tajriba guruhi (AI asosida)
Nazariy bilimlarni o‘zlashtirish darajasi	O‘rtacha	Yuqori
Kasr tartibli hosilalarning mohiyatini tushunish	Qisman	To‘liq
Grafik va vizual modellar bilan ishlash	Cheklangan	Faol
Amaliy masalalarni yechish ko‘nikmasi	O‘rtacha	Yuqori
Mustaqil fikrlash va tahlil qilish	Past–o‘rtacha	Yuqori
O‘quv jarayoniga qiziqish darajasi	Barqaror emas	Yuqori

XULOSA VA TAKLIFLAR. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari matematika fanini chuqurlashtirib o‘qitish jarayonida kasr tartibli hosilalarni o‘rganishda sun‘iy intellekt vositalariga asoslangan integrativ yondashuvning yuqori samaradorligini ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, an‘anaviy o‘qitish usullari kasr tartibli hosilalarning murakkab va abstrakt mohiyatini to‘liq anglashni ta‘minlashda yetarli emas, sun‘iy intellekt asosidagi vizual va interaktiv yondashuvlar esa talabalarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish, mantiqiy fikrlashini rivojlantirish hamda amaliy masalalarni yechish ko‘nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijalari asosida sun‘iy intellekt vositalaridan foydalanilgan ta‘lim modeli kasr tartibli hosilalarni o‘qitishda talabalarning o‘quv jarayoniga bo‘lgan qiziqishini oshirishi, ularning mustaqil ishlash va tahlil qilish qobiliyatlarini rivojlantirishi aniqlandi. Fanlararo integratsiyaga asoslangan yondashuv kasr tartibli hosilalarning real jarayonlardagi qo‘llanilishini tushuntirishga xizmat qilib, ta‘lim jarayonining amaliy ahamiyatini kuchaytiradi.





Olingan xulosalar asosida quyidagi takliflar ilgari suriladi:

1. Kasr tartibli hosilalarni o'qitishda sun'iy intellektga asoslangan vizual va interaktiv vositalardan tizimli foydalanish;
2. Matematika fanini chuqurlashtirib o'qitishda fanlararo integratsiyani keng joriy etish;
3. Kasr tartibli hosilalar bo'yicha o'quv materiallarini raqamli va sun'iy intellektga mos shaklda ishlab chiqish;
4. O'qituvchilar uchun sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishga oid metodik tavsiyalar va malaka oshirish dasturlarini yaratish.

Mazkur tadqiqot natijalari kasr tartibli hosilalarni o'qitish metodikasini takomillashtirishga xizmat qilib, oliy ta'lim muassasalarida matematika fanini zamonaviy talablar asosida o'qitishga amaliy hissa qo'shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Fractional Differential Equations. Podlubny I. Fractional Differential Equations. — San Diego: Academic Press, 2006.
2. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. — Amsterdam: Elsevier, 2006.
3. Fractional Calculus. Oldham K.B., Spanier J. The Fractional Calculus. — New York: Academic Press, 1974.
4. Samko S.G., Kilbas A.A., Marichev O.I. Fractional Integrals and Derivatives: Theory and Applications. — New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1993.
5. Diethelm K. The Analysis of Fractional Differential Equations. — Berlin: Springer, 2010.
6. Tall D., Vinner S. Concept image and concept definition in mathematics // Educational Studies in Mathematics. — 1981. — Vol. 12. — P. 151–169.
7. Arcavi A. The role of visual representations in the learning of mathematics // Educational Studies in Mathematics. — 2003. — Vol. 52. — P. 215–241.
8. Hohenwarter M., Fuchs K. Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra // Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching. — 2004. — P. 1–6.





9. Zbiek R.M., Heid M.K., Blume G.W., Dick T.P. Research on technology in mathematics education // Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. — 2007. — P. 1169–1207.
10. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. — Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.
11. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L.B. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. — London: Pearson, 2016.
12. Woolf B.P. Building Intelligent Interactive Tutors. — San Francisco: Morgan Kaufmann, 2009.
13. Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge // Teachers College Record. — 2006. — Vol. 108(6). — P. 1017–1054.
14. Bybee R.W. STEM Education: Innovation and Reform. — Arlington: NSTA Press, 2013.
15. Means B., Toyama Y., Murphy R., Baki M. The effectiveness of online and blended learning // Teachers College Record. — 2013. — Vol. 115(3). — P. 1–47.

