



## YURIDIK FAOLIYATDA QUANTUM MACHINE LEARNING USULLARINING QO‘LLANILISHI

Olimova Hulkar

Toshkent davlat yuridik universiteti

Jinoiy odil sudlov fakulteti 1-kurs A-potok 3-guruh talabasi

[olimovahulkar85@gmail.com](mailto:olimovahulkar85@gmail.com)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada quantum machine learning metodlarining huquqiy sohada qo‘llanilishi, uning foydalari va qo‘llash bilan bog‘liq muammolar haqida so‘z yuritiladi. Kvant hisoblash va mashinani o‘rganish texnologiyalari rivoji va ularning kombinatsiyasi bo‘lgan quantum machine learning haqida umumiy tushunchalar beriladi. Bundan tashqari, maqola kvant bilan takomillashtirilgan mashinani o‘rganish algoritmlaridagi yutuqlar yuridik faoliyatda qo‘llanilishini hamda axloqiy va xavfsizlik bilan bog‘liq bo‘lgan muammolarni ko‘rib chiqishda o‘ziga xos yechimlar zarurligini ham ta’kidlab o‘tadi.

**Kalit so‘zlar:** quantum machine learning, sun‘iy intellekt, kvant fizikasi, klassik kompyuterlar, kvant kompyuterlar, quantum natural language processing, quantum support vector machine.

**Аннотация.** В этой статье рассматривается применение методов квантового машинного обучения в юридической сфере, его преимущества и проблемы, связанные с применением. Дается общее представление о развитии технологий квантовых вычислений и машинного обучения, а также о квантовом машинном обучении, которое представляет собой их комбинацию. Кроме того, в статье также подчеркивается, что достижения в алгоритмах машинного обучения с квантовым улучшением используются в юридической деятельности, а также что конкретные решения необходимы при рассмотрении этических проблем и проблем, связанных с безопасностью.

**Ключевые слова:** квантовое машинное обучение, искусственный интеллект, квантовая физика, классические компьютеры, квантовые компьютеры, квантовая обработка естественного языка, квантовая



векторная машина поддержки.

**Annotation.** This article discusses the application of quantum machine learning methods in the legal field, its advantages and the problems associated with the application. It provides an overview of the development of quantum computing and machine learning technologies, as well as quantum machine learning, which is a combination of them. In addition, the article also highlights that advances in quantum-enhanced machine learning algorithms are being used in legal practice, and that specific solutions are needed when addressing ethical and security-related issues.

**Keywords:** quantum machine learning, artificial intelligence, quantum physics, classical computers, quantum computers, quantum natural language processing, quantum vector machine support.

Texnologiyalar asri deb olgan va rivojlanayotgan XXI asr bo‘ylab ijtimoiy munosabatlarning murakkablashuvi sababli turli sohalarda o‘shish kuzatilmoqda. Bu, albatta, huquqiy faoliyat sohasidagi innovatsiyalarga ham o‘z ta’sirini o‘tkazmay qolmadi. Ma’lumki, hozirgi kunda qonunlar, qonunosti hujjatlar va boshqa normativ huquqiy hujjatlarning soni bir necha yuz mingtadan oshib ketdi. Shu sababli, yuristlarning amaliy faoliyati davomida kompyuter tizimlari kundan kunga asosiy o‘rinni egallab bormoqda. Son-sanoqsiz katta hajmdagi qonun hujjatlarini, ma’lumotlarni izlash, o‘rganish, tahlil qilish va ulardan foydalanish ancha qiyin va ko‘p vaqt talab qiladigan masala hisoblanadi. Aynan quantum machine learning usullarining qo‘llanilishi yuridik sohada yuqoridagi kabi ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil etishda inqilob darajasidagi o‘zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin. U yirik hajmga ega bo‘lgan ma’lumotlarni yuqori aniqlikda va tezlikda hisoblash imkonini beradi. Mashina o‘rganish (ML) sun‘iy intellektning (AI) bo‘limidir. Ma’lumotlardan o‘rganish mumkin bo‘lgan tizimlarni yaratishga qaratilgan. Kvant hisoblash (QC) kvant mexanikasi qoidalaridan foydalanadi, bu esa unga axborotni mutlaqo yangi usullarda qayta ishlash imkonini beradi.

Ushbu maqolaning maqsadi quantum machine learning texnologiyasining turli sohalarda, xususan, yuridik faoliyatda ta’sirini tahlil etishdan iborat. Shu maqsadlar orqali Quantum machine learning algoritmlarining foydalanish mumkin



bo'lgan imkoniyatlari va cheklovlarini aniqlash, shuningdek uning kelajakdagi istiqbollari uchun zarur bo'lgan yo'nalishlarni ko'zda tutadi. Maqolaning dolzarbligi shundaki, raqamlashtirish jarayonlaridan hozirgi kunda deyarli barcha sohalarda foydalanilmoqda. Bu esa, albatta, yuridik sohada ham ma'lum bir afzalliklar va noaniqliklarni keltirib chiqaradi. Shunga qaramasdan, quantum machine learning hali rivojlanayotgan soha bo'lgaligi tufayli bir qator muammolari ham yo'q emas.

Qo'yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilab olindi:

- Quantum machine learning haqida asosiy tushunchalar;
- Quantum machine learningning yuridik faoliyatga ta'siri;
- Klassik va quantum quantum machine learning o'rtasidagi farqlar;
- Quantum machine learning algoritmlarining huquqiy sohalarda qo'llanilishi;
- Quantum machine learning ning yuridik sohadagi maxfiylik va xavfsizlik masalalari;
- Yuridik faoliyatda quantum machine learning ning mustaqil rivojlanishi va uning uchun takliflar.

Ularni o'rganish va joriy etish yo'llari haqida chuqur ilmiy tadqiqot o'tkazilishi talab etiladi.

## **USULLAR**

Ushbu tadqiqotda kvant hisoblash ilovalarini o'rganuvchi yirik loyihalarning bir qismi, uning machine o'rganishdagi roli bo'yicha mavjud bo'lgan usullarni ko'rib chiqadi.

- **Turli hajmdagi maqolalar va adabiyotlar tahlili:** Maqolalarni to'plash uchun "Quantum Computing Application" ilovasidan foydalangan holda keng qamrovli qidiruv olib borilib, mavzuga xos bo'lgan nazariy ma'lumotlar o'rganildi va so'nggi ikki (2022-2024) yillar ichida 400 ta yangi chop etilgan nashrlar borligi aniqlandi. Ushbu tahlil ma'lumotlaridan 287 ta maqola kvant hisoblash mashinalariga tegishli ekanligi aniqlandi. Yuqoridagi ma'lumotlarni tadqiq etishda "kvant fizikasi", "machine learning" hamda "quantum computing" kabi so'zlardan foydalanib qidiruv amalga oshirildi.



- **Hodisani o‘rganish (Case study):** Tadqiqot davomida O‘zbekiston Respublikasi hududidagi Raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot institutining faoliyati hamda tajribasi o‘rganildi. Ushbu tadqiqot instituti sun‘iy intellekt va raqamli texnologiyalar, xususan, quantum machine learning sohasida ham tadqiqot olib borayotganligi aniqlandi. Shu bo‘yicha 2021- yil 31-iyulda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan qabul qilingan “Raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellektni rivojlantirish ilmiy- tadqiqot institutini faoliyati tashkil etish to‘g‘risida” gi qarori o‘rganib chiqildi<sup>2</sup>. Bundan tashqari, Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti hamda institutning “Intellektual dasturiy tizimlar” qo‘shma laboratoriyasi faoliyati yo‘lga qo‘yilganligi, uning olib borayotgan ilmiy-tadqiqotlari atroflicha muhokama etildi.
- **Qiyosiy tahlil:** Yuridik faoliyatda quantum machine learning usuli qo‘llanilishining klassik va kvant kompyuterlari o‘rtasidagi farqlari va ko‘rsatkichlari taqqoslandi. Hozirgi kunda va yaqin kelajakda yuridik sohada quantum machine learning algoritmlari va ularning ishlash prinsplari yuridik xizmatlar sifati hamda samaradorligini oshirishga qanchalik darajada ta’sir qila olish holatlari tahlil etildi.
- Yuqoridagi metodlarni qisqacha sarhisob qilaylik. Mashinani o‘rganish usulini prognozlash uchun ishlatilishi mumkin bo‘lgan model funksiyasini va ma’lumotlardan umumlashtiruvchi muayyan modelni yaratish uchun ma’lumotlardan qanday foydalanishni o‘rgatish strategiyasini belgilaydi. Nazorat ostidagi ta’limda o‘quv maqsadi maqsadli natijalar va o‘quv majmuasi uchun bashorat qilingan natijalar o‘rtasidagi xatolikni minimallashtirishdir. Biroq, bu maqsad odatda sinov yoki tasdiqlash to‘plamida o‘lchanadigan umumiy xatoni minimallashtirishning umumiy maqsadiga xizmat qiladi.
- Shubhasiz, turli strategiyalar turli darajadagi aniqlikdagi natijalarni berishi mumkin. Klassik mashinalarni organish algoritmlarini takomillashtirish uchun kvant axborot texnikasidan foydalanish tadqiqotning juda istiqbolli yo‘nalishiga aylandi. Shu bilan bir qatorda, huquqiy va axloqiy normalarning talablariga qat’iy rioya qilish ham muhim hisoblanadi.

### **NATIJALAR**

Tadqiqotlar natijasida quantum machine learning usulini yuridik sohada qo‘llanilishining foydalari va qiyinchiliklari bo‘yicha quyidagi asosiy ma’lumotlar



olindi. Jumladan:

1) **Kvant kompyuterlar manbaalarining cheklanganligi:** hozirgi kunda mavjud bo'lgan kvant kompyuterlari kichik miqdordagi kubitlardan iborat bo'lib, ularning kvant xotira hajmi va aniqligi cheklangan. Natijada, ko'p murakkab QML algoritmlari katta kubitlar sonini talab qilganligi bois kvant kompyuterlari amaliy masalalarni hal qilish uchun yetarli darajada qudratli emas.

2) **Kvant kompyuterlarining sezuvchanlik darajasi kuchliligi va shovqinga chidamsizligi:** kvant kompyuterlari juda sezgir va umga tashqi sharoitlardagi o'zgarishlar tez ta'sir qiladi. Hisoblash jarayonlarida shovqinlar xatolarga sabab bo'lishi va natijaning aniqliligini pasaytirishi mumkin. Ushbu holat quantum machine learning algoritmlarining ishlashini murakkab qiladi va qaytadan xatolarni tuzatishni talab etadi.

3) **Quantum machine learning kutubxonalarining va algortimlarining yetishmasligi:** quantum machine learning algoritmlari cheklangan va mavjud algoritmlar ma'lum bir muammoni hal etishga qaratilganligi olimlarning hozirda yangi algoritmlar yaratishiga to'g'ri kelyapti. Har bir quantum machine learning dasturiy ta'limoti uchun uzoq vaqt va resurslar talab etiladi.

4) **An'anaviy (klassik) ma'lumotlarni kvant formatiga o'tkazish va kodlashdagi qiyinchiliklar:** bu jarayon ham ko'pincha ko'p vaqt va kuch talab qiladi. Ma'lumotlarni kodlash jarayonida tezlik va aniqlik pasayishi mumkin, bu esa quantum machine learning algoritmlarining samaradorligini kamaytiradi. Ma'lumotlarni kubitlarga joylash uchun zarur bo'lgan kodlash usullarining yo'qligi ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonlarini kechiktiradi.

5) **Kvant kompyuterlari va ularning tajriba uskunalarining narx jihatdan qiymati:** ularning oliy narxi keng ommaga tarqalishiga to'sqinlik qiladi. Faqat yirik kompaniyalar va ilmiy tadqiqot markazlarigina Quantum machine learning tadqiqotlari bilan shug'ullanish imkoniyatiga ega bo'lmoqda. Masalan, Google kompaniyasi kvant kompyuterlariga ega bo'lsada, bu kichik kompaniyalar va universitetlar uchun qimmatga tushadi.

6) **Quantum machine learning algoritmlarining matematik jihatdan murakkabligi va shifrlash bilan bog'liq muammolarning mavjudligi:** quantum machine learningdan foydalanishda ma'lumotlarning xavfsizligi masalasi ham muhim hisoblanadi. Kvant hisoblashning mavjud shifrlash protokollarini buzish



ehtimoli mavjudligi sababli, shifrlash sohasida QMLning qo'llanilishi yangi xavfsizlik choralarini ko'rilishini talab qiladi.

Bu bo'shliqlarni to'ldirish uchun ilmiy tadqiqotlar, texnologik rivojlanish va yangi kvant kompyuter uskunalari ishlab chiqish lozim.

Qiyosiy tahlil natijalariga ko'ra, quantum machine learning sun'iy intellektni ham rivojlantirishi mumkin. Quantum Machine Learning klassik va kvant kompyuterlarning ishlash prinsiplarini birlashtiradi, bu esa ulardan har birining imkoniyatlaridan maksimal darajada foydalanishga yordam beradi. Klassik kompyuterlarning an'anaviy bitlardan foydalanishi ma'lumotlarni 0 va 1 holatida saqlash imkonini beradi. Kvant kompyuterlar kubitlardan foydalanadi va ularning hisoblash imkoniyatlari klassik kompyuterlarga nisbatan ancha yuqori hisoblanadi. QMLda klassik va kvant kompyuterlarni birgalikda ishlatish orqali gibridd yondashuvlar paydo bo'ladi. Klassik kompyuterlar ma'lumotlarni tayyorlaydi, kvant kompyuterlar esa murakkab hisob-kitoblarni bajaradi. Masalan, yuridik sohada kvant kompyuterlari yordamida murakkab algoritmlar ishlatilib, ma'lum bir huquqiy holatga mos bo'lgan ehtimolliklar asosida prognoz qilish amalga oshirilishi mumkin. Kvant algoritmlari murakkab muammolarni, turli xil sharoitlarda sud qarorlarining ehtimolini hisoblash yoki eng yaxshi huquqiy strategiyani tanlash imkoniyatini beradi.

**1. Hujjatlarni tasniflash:** bunda quantum support vector machine algoritmidan (QSVM) foydalaniladi. Ushbu algoritm shartnomalar, sud qarorlari va boshqa shu kabi yuridik hujjatlarning mazmunini o'rganadi hamda ularni turli toifalarga tasniflaydi

**2. Hujjatlarni qayta ishlash:** quantum clustering algoritmidan foydalaniladi. Uning afzalliklari yirik hujjat to'plamlari o'rtasidagi o'xshashliklarni aniqlab, ularni guruhlash orqali qidiruv va tahlil jarayonlarini tezlashtiradi.

**3. Sud ishlarini bashorat qilish:** bunda quantum neural networks algoritmi ishlaydi. Sud ishlarining natijalarini bashorat qilish, qaysi sud ishi qanday natijaga olib kelishi mumkinligini aniqlaydi, ya'ni prognoz qiladi. Quantum neural networks tarixiy sud ma'lumotlarini o'rganib, kelajakdagi ishlarning natijalarini aniqlashda yordam beradi.

**4. Yuridik ma'lumotlarni qidirish:** Quantum k-nearest neighbors (QkNN) algoritmi Yuridik ma'lumotlar bazasidan ma'lumotlarni tezlikda qidirish va o'xshash bo'lgan hujjatlarni topishda qo'llaniladi. O'xshash hujjatlarni



aniqlaydi va foydalanuvchiga eng maqbul variantni taqdim etadi.

**5.Hujjatlarni avtomatik yozish:** bunda Quantum generative models algortmidan foydalaniladi. Shartnomalar, arizalar yoki sud hujjatlari kabi yuridik matnlarni yaratish va ularni standartlarga moslashtirishda qo'llaniladi.

Xulosa qilib aytganda, klassik kompyuterlar ma'lumotlarni saqlash va uzatishda bitlardan, ya'ni nol va birlardan foydalanadi. Ko'p holatlarda ma'lumotlar to'plami milliardlab qiymatlardan iborat bo'lishi mumkin, ammo javob esa faqat bitta bit (1 yoki 0 bu bir vaqtda faqat bitta hisoblash degani). Kvant kompyuterlari esa an'anaviy bitlardan farqli ravishda kubitlardan foydalanadi. Kubit kvant holatiga asoslanadi va bir vaqtning o'zida ham 1, ham 0 holatlarida bo'la oladi. Bu holat superpozitsiya holati deb ataladi. Ular ko'proq ma'lumotlarni bir vaqtning o'zida hisoblash imkoniyatiga ega bo'lib, ish samaradorligini oshirishda va vaqtni tejashda ancha qo'l keladi.

**Asosiy yutuqlarini navbatdagi jadvalda ko'rish mumkin:**

Rivojlanish	Mualliflar	Ta'sir	Qiyinchiliklar
Kvant yadro logistic regressiyalari (QKLR)	Ning va boshqalar(2023)	Shaklni aniqlash va ma'lumotlarni tasniflashni yaxshilaydi	Chiziqli muammolar bilancheklangan
Kvant qo'llab-quvvatlash vector mashinalari (QSVMS)	Rana va boshqalar (2022). Zhang va boshqalar (2023)	Murakkab ma'lumotlarni qaytaishlash samaradorligini yaxshilaydi	Keng qamrovli qidiruv ko'proq talab etiladi
Gibrid kvant-klassik chuqur o'rganish modellari	Suryotrising, Musashi (2022)	kiberxavfsizlikda aniqlik ilovalari	sharoitlarga sezgirlik va optimallashtirish talab etiladi.

Ushbu asoslarga tayanib, Rana va boshqalar tomonidan o'rganilgan Kvantni qo'llab quvvatlash vector mashinalari (QSVMS) murakkab, yuqori o'lchamli ma'lumotlarni yanada samarali qayta ishlash uchun kvant hisoblashdan foydalanganligini aytishimiz mumkin. Biroq o'z navbatida, uning bir qator kamchiliklari ham mavjud. Masalan, quantum machine learning yuridik sohada samaradorlikni oshirish imkonini bersada, kvant kompyuterlari resurslarining



cheklanganligi, hisoblash jarayonlarida sezuvchanlik va shovqin kabi muammolar, algortimlarning matematik murakkabligi va yuqori narxlarning mavjudligi uni amaliy qo'llashda to'siq bo'lishi mumkin.

**Quyidagi jadvalda uning kamchiliklarini ko'rish mumkin:**

Qiyinchiliklar	Tavsif	QML uchun ta'siri
Cheklanganlik	Hozirgi vaqtda kvant hisoblash texnikasi cheklangan kubitlarni taklif qila oladi va ular xatolarga moyildir	Quantum machine learning ilovalari uchun murakkablikni cheklaydi.
Ma'lumotlarning maxfiyligi bilan bo'g'liq muammolar	Kvant hisoblashning mavjud shifrlash amaliyotining buzish qobiliyatiga ega ekanligi ma'lumotlar xavfsizligibilan bog'liq muammolarni keltirib chiqaradi.	Yangi va kvantga chidamli shifrlash usullarini ishlab chiqishni talab qiladi.

Bizning natijalar qismida yozganlarimiz yuqoridagi jadval muallifi hisoblangan Tuomo Sipolaning tadqiqot natijalari orqali tasdiqlanadi. Bizning tadqiqot natijalarimiz ham quantum machine learning texnologiyasi hali sohalarga to'liq tatbiq etilmaganligi sababli hozirgi zamonaviy sharoitlardagi cheklovlarni ko'rsatib o'tgan. 1-jadvalda batafsil tavsiflanganidek, Ning va boshqalar tomonidan Kvant yadro logistik regressiyasi (QKLR) kabi yutuqlar murakkab ma'lumotlarni qayta ishlashda an'anaviy logistik regressiya cheklovarini yengib o'tishni maqsad qilib qo'ygan ma'lumotlar tasnifini yaxshilashni va'da qilmoqda. Xuddi shunday,

Kvantni qo'llab-quvvatlash vektorli mashinalari (QSVMs) murakkab ma'lumotlarni qayta ishlashda samaradorlikning oshirilishini ko'rishimiz mumkin. Ushbu tadqiqot yuridik faoliyat davomida quantum machine learning algortimlaridan foydalanish mumkinligini, uning afzalliklari va bir qator mavjud bo'lgan muammolarini ko'rib chiqdi. Uning amaliy faoliyatda qo'llanilishi huquq tizimida huquqiy hujjatlarni avtomatlashtirish, hujjatlarni tez tahlil qilish, risklarni oldindan ko'ra olish, shuningdek sud ishlarini prognoz qilish davomida katta yordam berishi mumkinligi aniqlandi. Maqola miqdoriy ko'rinishni taqdim etsada, u nazariy va amaliyot o'rtasidagi tafovutni bartaraf etish uchun chuqurroq



o'rganish zarurligini ta'kidlab, quantum machine learning usulining to'liq salohiyatini ochish va mashinani o'rganish kelajakda inqilob qilish uchun yo'l ochadi.

Xulosa qilib aytganda, QML yuridik sohada rivojlanish va innovatsiya uchun katta istiqbollarga ega bo'lsada, uning muvaffaqiyati texnologik va ilmiy yutuqlarga bog'liq. Shu orqali yuridik xizmatlar tezligi va sifatini oshirish kelajakda bu texnologiyadan foydalanishga yo'l ochadi.

Kelajakda O'zbekiston Respublikasida ham yuridik sohaning boshqa tarmoqlarida ham quantum machine learning algortimlarini qo'llash yurtimizning taraqqiy etgan mamlakatlar qatoriga kirishga va yuridik xizmatlar bozorining sifatini oshirishga turtki bo'ladi.

#### **TAVSIYA VA TAKLIFLAR**

**O'tkazilgan tadqiqot o'rganilgan kamchiliklarga quyidagicha yechimlar beradi:**

T <sub>r</sub>	Muammo	Taklif
1.	Kvant kompyuterlari resurslarining cheklanganligi	Davlat xalqaro maydonda boshqa davlatlar bilan hamkorlik loyihalarini amalga oshirishi
2.	Algortim va kutubxonalarining cheklanganligi	Akademik sohada QML texnologiyasiga oid tadqiqotlarni rag'batlantirish va uni rivojlantirish maqsadida grandlarni jalb etish
3.	Maxfiylik va xavfsizlik masalalari	Yuridik ma'lumotlarning maxfiyligini saqlash uchun kuchli xavfsizlik tizimidan, ya'ni kvant kriptogtarifaysidan foydalanish va uni doimiy ravishda yangilab borish



**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. <https://st.deepthought.industries/UFnyA3>
2. Giuntini, R., Granda Arango, A.C., Freytes, H., Holik, F.H., & Sergioli, G. (2023b). Multi-class classification based on quantum state discrimination. *FuzzySets and Systems*, 467, pp.
3. <https://www.lex.uz/uz/docs/-5544451>
4. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>
5. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Machine%20Learnin  
g% 20with %20 Quantum %20 Computers&publication year  
2021&author=M.% 20 Schuld&author=F. %20Petruccione](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Machine%20Learning%20with%20Quantum%20Computers&publication_year=2021&author=M.%20Schuld&author=F.%20Petruccione)