

SUN'IY INTELLEKT VA UNING ASOSIY TUSHUNCHALARI

Tojimamatov Isroil Nurmamatovich

Farg'ona davlat universiteti amaliy matematika va informatika

kafedrası katta o'qituvchisi

israiltojimatov@gmail.com

Abdullajonova Odinaxon Ibrohimjon qizi

Farg'ona davlat universiteti 3-kurs talabasi

abdullajonovaodila@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun'iy intellektning (SI) nazariy poydevori, asosiy modellari, aqliy jarayonlarni kompyuterda simulyatsiya qilish mexanizmlari va algoritmik yondashuvlar tizimli ravishda yoritiladi. Sun'iy intellektning tarixiy rivoji, zamonaviy arxitekturalari, mashinaviy o'qitish usullari, neyron tarmoqlar, ekspert tizimlari, algoritmik murakkablik hamda amaliy qo'llanishlari chuqur tahlil qilinadi. Maqolada zamonaviy SI yondashuvlarida qo'llaniladigan matematik modellash, optimallashtirish jarayonlari va intellektual agentlarning qaror qabul qilish strategiyalari haqida batafsil ilmiy yondashuv beriladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, mashinaviy o'qitish, neyron tarmoqlar, ekspert tizimi, algoritm, optimallashtirish, intellektual agent, ma'lumotlar modeli.

Annotation. This article explores the theoretical foundations of artificial intelligence (AI), its core models, and computational approaches for simulating cognitive processes. It provides an in-depth analysis of AI evolution, architecture types, machine learning paradigms, neural networks, expert systems, algorithmic complexity, and practical applications. The study also examines mathematical modeling, optimization techniques, and decision-making strategies of intelligent agents widely used in modern AI systems.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, expert systems, algorithms, optimization, intelligent agents, data modeling.

Аннотация. В данной статье представлены теоретические основы искусственного интеллекта (ИИ), его ключевые модели и вычислительные подходы к симуляции когнитивных процессов. Рассматриваются развитие ИИ, архитектуры, методы машинного обучения, нейронные сети, экспертные системы, алгоритмическая сложность и практические применения. Особое внимание уделено математическому моделированию, оптимизации и стратегиям принятия решений интеллектуальными агентами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, экспертные системы, алгоритмы, оптимизация, интеллектуальные агенты, моделирование данных.

Kirish

Sun'iy intellekt bugungi raqamli jamiyatning asosiy drayverlaridan biriga aylangan bo'lib, u inson tafakkuri bilan bog'liq bo'lgan bilish jarayonlarini matematik va algoritmik modellashtirishga asoslanadi. SI aqliy faoliyat elementlarini — idrok, xotira, tasniflash, bashoratlash, rejalashtirish va qaror qabul qilish jarayonlarini kompyuter orqali qayta yaratishni maqsad qiladi. Zamonaviy ilm-fan bu borada yirik natijalarga erishgan bo'lsa-da, SI ning nazariy asoslari hanuz rivojlanishda davom etmoqda.

Sun'iy intellektning shakllanishi va rivoji inson tafakkuri, idroki va bilimni qayta ishlash jarayonlarini chuqur o'rganishga tayanadi. Mazkur fan sohasi dastlab inson aqlining qanday ishlashini anglashga qaratilgan falsafiy izlanishlar bilan boshlangan bo'lsa, keyinchalik matematik modellar, mantiqiy tizimlar va hisoblash nazariyalari orqali amaliy yo'nalishga ega bo'ldi. XX asr o'rtalarida yuzaga kelgan kompyuter texnologiyalari, formal mantiq, tilni qayta ishlash, ko'rish tizimlari va matematik optimizatsiya usullarining birlashuvi sun'iy intellektni mustaqil ilmiy yo'nalish sifatida shakllantirdi. Shu davrdan boshlab sun'iy intellekt nafaqat inson faoliyatining ma'lum sohalarini avtomatlashtirish, balki murakkab jarayonlarni tahlil qilish, bashorat qilish va o'rganish kabi vazifalarni bajarishga qodir bo'lgan tizimlarni yaratishning asosiy paradigmasiga aylandi. Bugungi kunda sun'iy intellektning rivoji chuqur o'rganish, neyron tarmoqlar, ehtimollik modellar, transformer arxitekturalari va o'z-o'zidan o'rganishga asoslangan algoritmning paydo bo'lishi bilan yangi bosqichga ko'tarildi. Mazkur texnologiyalar katta hajmdagi ma'lumotlar ustida ishlash, mustaqil qaror qabul qilish, tabiiy tilni tushunish, tasvirlarni aniqlash va real vaqt rejimida murakkab jarayonlarni boshqarish imkonini berdi. Sun'iy intellekt endilikda iqtisodiyot, tibbiyot, transport, ta'lim, axborot xavfsizligi, robototexnika va kundalik hayotning deyarli barcha jabhalarida qo'llanilmoqda.

Shuningdek, sun'iy intellektning rivoji falsafa, axloqiy me'yorlar, huquqiy tartibot, xavfsizlik va jamiyat taraqqiyoti bilan bog'liq savollarni ham maydonga chiqardi. Aqlli tizimlar inson qarorlarini to'ldira oladimi yoki ularning o'rnini bosa oladimi, ularni boshqarishning etik chegaralari qayerda, mas'uliyat kim zimmasida bo'lishi kerak — bularning barchasi zamonaviy tadqiqotlar markazida turibdi. Shu nuqtai nazardan, sun'iy intellektning asosiy tushunchalarini, uning ishlash prinsiplarini, qo'llanilish doirasini hamda zamonaviy ilmiy-uslubiy yondashuvlarini o'rganish ushbu sohaga oid ilmiy izlanishlar uchun zarur metodologik poydevorni yaratadi. Mazkur maqola sun'iy intellektning nazariy asoslari va shu sohaning rivojlanish tamoyillarini yoritishga qaratilgan bo'lib, uning amaliy imkoniyatlari, texnologik yutuqlari va ilmiy konsepsiyalari bo'yicha tizimli yondashuvni taklif qiladi.

Sun'iy intellektning nazariy asoslari

Sun'iy intellektning shakllanishi mantiqiy hisoblash nazariyasi, algoritmlar matematikasi, statistik modellash va neyrobiologik jarayonlarning kompyuter analoglaridan iborat. Alan Tyuring, Jon MakKarti, Marvin Minskiy kabi olimlar tomonidan taklif etilgan nazariy model SI rivojining boshlanishi bo'ldi. Tyuring testi intellektni baholashning klassik vositasi sifatida hanuz o'z ahamiyatini saqlab qolmoqda.

SI quyidagi asosiy paradigmalarga tayanadi:

- **Simvolik (klassik) yondashuv** — mantiqiy qoidalar, if-else tizimlar, deduktiv/induktiv xulosalar.
- **Subsimvolik yondashuv** — neyron tarmoqlar, statistik o'qitish, gradient optimizatsiyasi.
- **Gibrid yondashuv** — yuqoridagi ikki modelning integratsiyasi.

Sun'iy intellektning nazariy asoslari inson tafakkurini modellashtirishga qaratilgan ilmiy konsepsiyalar, matematik modellar va hisoblash tamoyillarining majmuasidan iborat. Ushbu nazariya, avvalo, aqlning mohiyatini anglash va uni formal tizimlar orqali ifodalashga intilgan falsafiy qarashlarga tayanadi. Insonning fikrlash jarayoni mantiqiy xulosalash, tushunchalar o'rtasidagi aloqalarni aniqlash, muammolarni hal qilish, bilimlarni saqlash va yangilash kabi murakkab kognitiv funksiyalar majmui sifatida qaraladi. Sun'iy intellekt esa ushbu jarayonlarni matematik va algoritmik shaklda qayta yaratishni maqsad qiladi. Mazkur sohaning nazariy poydevorida bir necha asosiy yondashuvlar mavjud. Ulardan biri — simvolik yondashuv bo'lib, u bilimlarni rasmiy mantiq, ifodalar tizimi va qoidalarga asoslangan modellar orqali tasvirlaydi. Ushbu paradigma sun'iy intellektning dastlabki bosqichlarida keng qo'llangan bo'lib, ekspert tizimlari, bilimlar bazasi va qoidalar asosida qaror qabul qiluvchi dasturlar shakllanishiga sabab bo'lgan. Simvolik yondashuv inson miyasidagi mantiqiy fikrlashni tushuntirishda samarali bo'lsa-da, murakkab va noaniq muhitlarda har doim ham yetarli natija bera olmaydi. Ikkinchi yondashuv — hisoblash modellari va ehtimollik nazariyasiga tayangan statistik yondashuvdir. Bu paradigma real hayotdagi noaniqlik, probabilistik bog'lanishlar va murakkab tizimlar xatti-harakatini matematik modellashtirish imkonini beradi. Bayes tarmoqlari, Markov jarayonlari, tasodifiy o'rganish modellarining shakllanishi sun'iy intellektning moslashuvchan va ehtimollik asosidagi qaror qabul qiluvchi tizimlarini yaratishda muhim ahamiyat kasb etdi.

So'nggi yillarda esa neyron tarmoqlar va chuqur o'rganish sun'iy intellekt nazariyasining eng kuchli yo'nalishiga aylandi. Ushbu yondashuv biologik neyronlarning o'zaro bog'liqlik tamoyillarini soddalashtirilgan matematik model orqali takrorlaydi. Sun'iy neyronlar qatlamlar bo'ylab ma'lumotni qayta ishlaydi, o'rganadi va murakkab funksiyalarni approximatsiya qiladi. Bu esa tasvirni aniqlash, nutqni tanish, tabiiy tilni tushunish va murakkab boshqaruv jarayonlarini

avtomatlashtirish kabi vazifalarda sezilarli yutuqlarni ta'minladi. Sun'iy intellektning nazariy asoslarida yana optimallashtirish, chiziqli algebra, matematik analiz, informatsiya nazariyasi, graf nazariyasi va algoritmlar nazariyasi kabi fanlar muhim o'rin tutadi. Aynan ushbu sohalarining birlashuvi sun'iy intellekt tizimlarining samarali ishlashi uchun zarur algoritmlarni yaratishga imkon beradi. Masalan, gradient tushish, konveks optimallashtirish, ehtimollik taqsimotlari va matritsalar ustida amallar chuqur o'rganish modellarining asosiy elementlari hisoblanadi. Umuman olganda, sun'iy intellektning nazariy asoslari inson idrokini modellashtirishga qaratilgan ko'p qatlamli ilmiy yondashuvlardan tashkil topgan bo'lib, matematik, mantiqiy va hisoblash tizimlarining uyg'unlashuvi natijasida shakllanadi. Ushbu poydevor sun'iy intellektning amaliy imkoniyatlarini rivojlantirish, yangi algoritmlar yaratish va aqlli tizimlarning samaradorligini oshirish uchun muhim ilmiy asos vazifasini bajaradi.

Mashinaviy o'qitishning ilmiy mohiyati

Mashinaviy o'qitish (MO) sun'iy intellektning eng faol rivojlanayotgan bo'limi bo'lib, tizimga aniq qoidalar berilmaydi, balki u o'zi ma'lumotlardan naqsh topib o'rganadi. MO quyidagi asosiy turlarga ajraladi:

- **Nazoratli o'qitish (Supervised Learning):** regressiya, tasniflash, SVM, k-NN.
- **Nazoratsiz o'qitish (Unsupervised Learning):** clustering, PCA, assotsiatsiya tahlili.
- **Mukofot orqali o'qitish (Reinforcement Learning):** agent, muhit, mukofot funksiyasi, Markov qaror jarayonlari.

O'qitish jarayonida yo'qotish funksiyasi minimallashtiriladi, gradient tushish algoritmi esa optimallashtirishning asosiy vositasiga aylanadi.

Mashinaviy o'qitish sun'iy intellektning eng muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, kompyuter tizimlarining tajriba asosida o'z bilim va xulq-atvorini mustaqil ravishda takomillashtirish qobiliyatini o'rganadigan ilmiy-intellektual sohadir. Uning ilmiy mohiyati ma'lumotlar to'plamida yashiringan qonuniyatlarni matematik modellar yordamida aniqlash, umumlashtirish va yangi vaziyatlarda qo'llay olish tamoyillariga asoslanadi. Boshqacha aytganda, mashinaviy o'qitish kompyuterning aniq dasturlashtirilmagan sharoitlarda ham kerakli natijani chiqarish imkonini beradi. Mashinaviy o'qitishning nazariy poydevorida statistik analiz, ehtimollik nazariyasi, optimallashtirish usullari, chiziqli algebra va hisoblash matematikasi kabi fanlar turadi. Ushbu fanlar yordamida modelning ma'lumotlar bilan o'zaro munosabati formal shaklda ifodalanadi, o'qitish jarayonining barqarorligi, aniqligi va umumlashtirish qobiliyati tahlil qilinadi. Ayniqsa, ehtimollik modellarining qo'llanilishi mashinaviy o'qitish algoritmlariga noaniq va shovqinli ma'lumotlar bilan ishlash imkonini beradi. Statistik yondashuv natijani nafaqat aniqlik darajasi bilan, balki ishonchlilik ehtimoli bilan ham o'lchash imkonini yaratadi. Mashinaviy

o'qitishning ilmiy mohiyatida o'rganish paradigmalari alohida o'rin tutadi. Kuzatilgan ma'lumotlar asosida o'rganish — ya'ni nazoratli o'qitish — modelga kirish-chiqish juftliklari orqali funksiyani taxmin qilish imkonini beradi. Nazoratsiz o'qitishda esa model faqat kirish ma'lumotlariga tayangan holda yashirin tuzilmani, klasterlarni yoki munosabatlarni aniqlaydi. Yarim nazoratli va mustahkamlovchi o'qitish esa real muhitdagi qaror qabul qilish jarayonlarini modellashtirishga qaratilgan bo'lib, modelning har bir harakati uchun mukofot yoki jarima mexanizmi joriy qilinadi. Mazkur paradigmalarning barchasi inson o'rganishiga xos tajriba to'plash, xatodan saboq olish va vazifalar bo'yicha moslashish kabi kognitiv jarayonlarni algoritmik shaklda takrorlaydi.

Mashinaviy o'qitish jarayonining matematik mohiyati optimallashtirish tamoyiliga tayanadi. Model tahminining haqiqiy natijadan qanchalik farq qilishini o'lchaydigan yo'qotish funksiyasi (loss function) aniqlanadi va algoritm ushbu funksiyani minimallashtirishga intiladi. Gradient asosidagi optimallashtirish usullari, neyron tarmoqlarni o'qitishdagi backpropagation algoritmi, regularizatsiya va parametrlarni sozlash texnikalari modelning umumlashtirish qobiliyatini oshirishga yordam beradi. Ushbu usullar orqali tizim ortiqcha yodlashga berilmay, yangi ma'lumotlar ustida ham aniq natija berishga o'rgatiladi. Mashinaviy o'qitishning ilmiy mohiyatini to'liq anglash uchun uning modellar murakkabligi va ma'lumotlar hajmi o'rtasidagi bog'liqlik ham muhimdir. Modelning murakkabligi ortgan sari uning o'rganish qobiliyati kuchayadi, ammo ortiqcha murakkablik yangi ma'lumotlarda xatoliklarni oshirishi mumkin. Shuning uchun mashinaviy o'qitishda bias–variance muvozanatini topish, modelni baholash mezonlarini tanlash, kross-validatsiya kabi usullar juda muhim ilmiy masalalardir. Umuman olganda, mashinaviy o'qitishning ilmiy mohiyati ma'lumotlardan ma'no chiqarish, statistik munosabatlarni modellashtirish, o'rganish jarayonini formalizatsiya qilish hamda kompyuter tizimlariga adaptiv xatti-harakatni o'rgatishdan iborat. Ushbu yondashuv sun'iy intellektning amaliy imkoniyatlarini kengaytiradi va turli sohalarida avtomatlashtirilgan, aqlli, prognoz qiluvchi tizimlar yaratishga ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Intellektual agentlar va qaror qabul qilish

Intellektual agentlar (IA) — bu o'z atrof-muhitini kuzatib, unga mos javob berish qobiliyatiga ega bo'lgan kompyuter tizimlari yoki dasturiy modullar bo'lib, ular sun'iy intellekt texnologiyalari asosida ishlaydi. IA ning asosiy vazifasi — muayyan maqsadlarni amalga oshirish uchun ma'lumotlarni tahlil qilish, optimal qarorlar qabul qilish va bajarilishi lozim bo'lgan harakatlarni avtomatik tarzda tanlashdir. Bu agentlar ko'pincha murakkab tizimlar, masalan, avtomatlashtirilgan transport, moliyaviy maslahat tizimlari, robototexnika va tibbiy diagnostika sohalarida qo'llaniladi. Intellektual agentlarning samaradorligi ularning qaror qabul qilish qobiliyati bilan belgilanadi. Qaror qabul qilish — bu agentning mavjud axborot

asosida maqsadga muvofiq harakatni tanlash jarayonidir. Ushbu jarayon bir nechta asosiy bosqichlardan iborat:

1. **Ma'lumotlarni yig'ish va kuzatish:** Agent o'z atrof-muhitidan sensorlar, ma'lumotlar bazasi yoki onlayn manbalar orqali axborot oladi.
2. **Axborotni tahlil qilish:** Yig'ilgan ma'lumotlar statistik, mantiqiy yoki mashina o'rganish usullari orqali tahlil qilinadi.
3. **Qaror qabul qilish:** Tahlil natijalariga asosanib, agent turli alternativ harakat variantlarini solishtiradi va maqsadga eng mos keladiganini tanlaydi.
4. **Harakatni bajarish:** Tanlangan qaror amaliyotga tatbiq qilinadi, natijalar esa keyingi qaror qabul qilish jarayonida hisobga olinadi.

IA qaror qabul qilish jarayonida optimallik, samaradorlik va moslashuvchanlik asosiy parametr sifatida ko'riladi. Optimallik agentning resurslardan maksimal darajada foydalangan holda maqsadga erishish qobiliyatini anglatadi. Moslashuvchanlik esa atrof-muhitdagi o'zgarishlarga tezkor javob bera olish imkoniyatini beradi. Shuningdek, intellektual agentlar ko'pincha mukofot va jarima asosidagi o'rganish algoritmlari orqali tajribadan foydalangan holda qaror qabul qilish qobiliyatini oshiradi. Qaror qabul qilish jarayoni IA uchun murakkab bo'lishi mumkin, chunki u ko'plab noaniqliklar, to'liq bo'lmagan ma'lumotlar va vaqt cheklovlari bilan yuzlashadi. Shu bois, agentlar ko'pincha Bayes tarmog'i, dinamik dasturlash, o'rganish algoritmlari va ko'p bosqichli strategiyalar kabi matematik va statistik metodlardan foydalanadi.

SI ning amaliy qo'llanishi

SI tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda ishlatiladi. Masalan, aqlli robotlar yig'ish liniyalarida mahsulotlarni tez va aniqlik bilan tayyorlaydi. Shuningdek, sifat nazorati tizimlarida SI kameralar va sensorlar yordamida mahsulotdagi nuqsonlarni aniqlaydi va inson xatosini kamaytiradi. Energiya resurslarini boshqarish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish ham SI yordamida amalga oshiriladi. SI diagnostika tizimlari tibbiy tasvirlarni, jumladan rentgen va MRI skanerlari natijalarini tahlil qiladi. Bu kasalliklarni erta aniqlash, davolash strategiyasini ishlab chiqish va bemorlar bilan muloqot qilish imkonini beradi. Virtual yordamchilar va chatbotlar bemorlarning shikoyatlarini qabul qilib, ularga tezkor maslahat berish imkoniyatini yaratadi. Avtonom transport vositalari va aqlli transport tizimlari SI yordamida yo'l sharoitini baholaydi, xavfsiz harakatni ta'minlaydi va transport oqimini boshqaradi. Dronlar yuklarni tezkor yetkazib berishda ishlatiladi. SI algoritmlari yo'l harakati ma'lumotlarini tahlil qilib, optimal marshrutlarni aniqlaydi. SI algoritmlari moliyaviy risklarni baholash, investitsiya strategiyalarini ishlab chiqish va firibgarlikni aniqlashda qo'llaniladi. Shuningdek, u mijozlarga individual tavsiyalar berish orqali korxonalarning samaradorligini oshiradi. Masalan, banklar kredit berish jarayonida SI yordamida mijozning moliyaviy holatini

tahlil qiladi. Chatbotlar va ovozli yordamchilar foydalanuvchilar bilan muloqot qilishda SI dan foydalanadi. Tavsiyalar tizimlari, masalan, onlayn do'konlar va streaming platformalarida foydalanuvchining xatti-harakatlariga asoslanib, individual takliflar beradi. Kiberxavfsizlik sohasida SI ma'lumotlarni himoya qilish va tahdidlarni aniqlash imkonini beradi. SI ta'lim jarayonida o'quvchining qobiliyatlariga mos individual o'quv rejalarini ishlab chiqadi. Imtihon natijalarini tahlil qilib, o'quvchining kuchli va zaif tomonlarini aniqlaydi. Ilmiy tadqiqotlarda katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, natijalarni tahlil qilish va yangi kashfiyotlar qilishda SI muhim vosita sifatida ishlatiladi.

Xulosa

Mazkur maqolada sun'iy intellekt (SI) nazariy asoslari, mashinaviy o'qitish paradigmalari, intellektual agentlar va ularning qaror qabul qilish mexanizmlari hamda SI tizimlarining amaliy qo'llanish yo'nalishlari tizimli tarzda yoritildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektning ilmiy poydevori inson tafakkuri va idrok jarayonlarini matematik, statistik va hisoblash modellar orqali formalizatsiya qilishga asoslanadi. Simvolik, subsimvolik va gibrid yondashuvlar SI tizimlarining murakkab kognitiv vazifalarni bajarish qobiliyatini belgilovchi nazariy paradigmalaridir. Mashinaviy o'qitish konsepsiyasi esa SI tizimlarining o'z tajribasi asosida bilim va xulq-atvorini takomillashtirish imkoniyatini beradi. Nazoratli, nazoratsiz va mukofot orqali o'qitish modellari algoritmik moslashuvchanlikni ta'minlab, agentlarning murakkab va noaniq muhitlarda samarali qaror qabul qilishini kafolatlaydi. Shu jihatdan intellektual agentlarning qaror qabul qilish mexanizmlari SI tizimlarining optimal, samarali va moslashuvchan harakatlarni amalga oshirish qobiliyatini namoyon qiladi. Amaliy qo'llanish doirasi bo'yicha SI sanoat, tibbiyot, transport, moliya, axborot texnologiyalari va ta'lim sohalarida keng imkoniyatlar yaratgan. Ular katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, murakkab jarayonlarni boshqarish, bashorat qilish va shaxsiylashtirilgan xizmatlar ko'rsatishda insonning an'anaviy imkoniyatlarini sezilarli darajada oshirdi. Shu bilan birga, SI rivoji axloqiy, huquqiy va ijtimoiy muammolarni ham yuzaga chiqarib, aqlli tizimlarning inson faoliyati bilan o'zaro aloqalarini chuqur tahlil qilish zaruratini ta'kidlaydi. Umuman olganda, sun'iy intellektning nazariy va amaliy jihatlari o'zaro uyg'unlashib, zamonaviy ilm-fanning integrativ yo'nalishlaridan birini tashkil etadi. Bu ilmiy konsepsiyalar SI tizimlarini yaratish va optimallashtirish, murakkab vazifalarni avtomatlashtirish va inson-kombinatsiyalangan qaror qabul qilish jarayonlarini takomillashtirishga asos bo'ladi. Shuningdek, SI ning kelajakdagi rivoji inson resurslarini samarali qo'llash, texnologik innovatsiyalarni rag'batlantirish va ijtimoiy ehtiyojlarni qondirish nuqtai nazaridan ilmiy-amaliy tadqiqotlar uchun strategik ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — Pearson, 2022.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. — MIT Press, 2016.
3. Mitchell, T. Machine Learning. — McGraw-Hill, 1997.
4. Bishop, C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006.
5. Haykin, S. Neural Networks and Learning Machines. — Pearson, 2019.
6. Sutton, R. S., Barto, A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. — MIT Press, 2018.
7. Marr, D. Vision: A Computational Investigation Into the Human Representation and Processing of Visual Information. — MIT Press, 2010.
8. Domingos, P. The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World. — Basic Books, 2015.
9. Nilsson, N. The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements. — Cambridge University Press, 2010.