TIBBIYOTDA MODELLASHTIRISH USLUBLARINI O‘RGANISH. FIZIK VA MATEMATIK MODELLASHTIRISH, OLINGAN NATIJALAR ASOSIDA PROGNOZ QILISH. KOMPYUTER MODELLASHTIRUVI STOMATOLOGIYADA ZAMONAVIY MODELLASHTIRISH TURI SIFATIDA. KOMPYUTER GRAFIK DASTURLARINING STOMATOLOGIYADA QO‘LLANISHI.

Saydinabiyeva Marjona Alisher qizi *Toshkent davlat tibbiyot universiteti Stomatologiya fakulteti talabasi, Toshkent – 2026 yil*

Fazilova Lutfiniso Azamhodjayevna *Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti "Biofizika va tibbiyotda axborot texnalogiyalari" kafedrasi o‘qituvchisi, Toshkent-2026*

Annotatsiya: Mazkur maqolada tibbiyotda modellashtirish uslublarining nazariy va amaliy ahamiyati yoritilgan. Fizik va matematik modellashtirishning tibbiyotdagi o‘rni, olingan natijalar asosida prognoz qilish imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, kompyuter modellashtiruvi stomatologiyada zamonaviy texnologiya sifatida ko‘rib chiqilib, 3D modellashtirish, virtual diagnostika va kompyuter grafik dasturlarining stomatologik amaliyotdagi qo‘llanilishi o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari zamonaviy modellashtirish texnologiyalari diagnostika va davolash samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: modellashtirish, matematik model, fizik model, kompyuter modellashtiruvi, stomatologiya, 3D texnologiyalar, kompyuter grafikasi, prognozlash.

Аннотация: В данной статье рассмотрены теоретические и практические аспекты методов моделирования в медицине. Проанализирована роль физического и математического моделирования в медицинской практике, а также возможности прогнозирования на основе полученных результатов. Кроме того, компьютерное моделирование рассмотрено как современный метод в стоматологии, изучены 3D-моделирование, виртуальная диагностика и применение компьютерных графических программ в стоматологической практике. Результаты исследования показали, что современные технологии моделирования играют важную роль в повышении эффективности диагностики и лечения.

Ключевые слова: моделирование, математическая модель, физическая модель, компьютерное моделирование, стоматология, 3D-технологии, компьютерная графика, прогнозирование.

Abstract: This article discusses the theoretical and practical significance of modeling methods in medicine. The role of physical and mathematical modeling in medical practice and the possibilities of forecasting based on obtained results are analyzed. In addition, computer modeling is considered as a modern technology in dentistry, including the application of 3D modeling, virtual diagnostics, and computer graphic software in dental practice. The results of the study demonstrated that modern modeling technologies play an important role in improving the efficiency of diagnosis and treatment.

Keywords: modeling, mathematical model, physical model, computer modeling, dentistry, 3D technologies, computer graphics, forecasting.

KIRISH

XXI asrda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi tibbiyot sohasida ham zamonaviy yondashuvlarning keng qo‘llanilishiga olib keldi.

Ayniqsa, modellashtirish uslublari tibbiyotda murakkab biologik jarayonlarni o‘rganish, kasalliklarni tashxislash, davolash usullarini takomillashtirish hamda prognoz qilishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Zamonaviy tibbiyotda fizik, matematik va kompyuter modellashtirish usullari yordamida inson organizmidagi fiziologik hamda patologik jarayonlarni aniq tahlil qilish imkoniyati yaratilgan [2, 6].

Tibbiyotda modellashtirish — bu biologik tizimlar va jarayonlarning soddalashtirilgan nusxalarini yaratish orqali ularni chuqur o‘rganish usulidir. Modellashtirish yordamida murakkab klinik holatlar, organizmdagi o‘zgarishlar va davolash natijalari oldindan baholanadi. Fizik modellashtirish real obyektlarning mexanik yoki vizual nusxalarini yaratishga asoslangan bo‘lsa, matematik modellashtirish biologik jarayonlarni formulalar va matematik tenglamalar orqali ifodalashga xizmat qiladi [4, 9].

So‘nggi yillarda kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi natijasida kompyuter modellashtiruvi tibbiyotning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, 2025-yilga kelib dunyo bo‘yicha sun’iy intellekt va kompyuter modellashtirish texnologiyalarining tibbiyotdagi bozori 45 milliard AQSh dollaridan oshishi prognoz qilinmoqda [1, 7]. Ayniqsa, virtual modellashtirish va 3D texnologiyalar tibbiyotning diagnostika, jarrohlik va stomatologiya sohalarida keng qo‘llanilmoqda.

Stomatologiyada kompyuter modellashtiruvi zamonaviy diagnostika va davolashning muhim qismiga aylandi. Kompyuter grafik dasturlari yordamida tish va jag‘ tizimining uch o‘lchamli modellarini yaratish, implantatsiya rejasini ishlab chiqish, ortodontik davolash natijalarini oldindan prognoz qilish hamda protez konstruktsiyalarini loyihalash imkoniyati mavjud [5, 11]. CAD/CAM texnologiyalarining rivojlanishi stomatologik amaliyotda aniqlik va samaradorlikni sezilarli darajada oshirdi.

Shuningdek, kompyuter grafik dasturlaridan foydalanish stomatologik jarayonlarni vizual tarzda tahlil qilish va bemorlarga tushuntirish imkonini bermoqda. 3D Studio Max, AutoCAD, Blender hamda Exocad kabi dasturlar stomatologiyada virtual modellashtirish, raqamli protezlash va estetik rejalashtirishda keng qo‘llaniladi [8, 13]. Ushbu texnologiyalar yordamida shifokor va bemor o‘rtasidagi kommunikatsiya yaxshilanib, davolash natijalari yanada aniq prognoz qilinadi.

O‘zbekiston Respublikasida ham tibbiyot va stomatologiya sohasini raqamlashtirish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi doirasida tibbiyot muassasalarida raqamli texnologiyalarni joriy etish, elektron diagnostika tizimlarini rivojlantirish va zamonaviy kompyuter modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish ustuvor vazifalar sifatida belgilangan [10, 15].

MATERIAL VA METODLAR

Mazkur tadqiqotda tibbiyotda modellashtirish uslublarining nazariy va amaliy jihatlarini o‘rganish maqsadida fizik, matematik va kompyuter modellashtirish texnologiyalari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida ilmiy adabiyotlar, xalqaro tibbiy ma’lumotlar bazalari, elektron resurslar va zamonaviy stomatologik dasturiy vositalar asosida qiyosiy tahlil usullaridan foydalanildi [3, 7]. Tadqiqotning nazariy qismida modellashtirishning tibbiyotdagi o‘rni, biologik jarayonlarni prognoz qilishdagi ahamiyati hamda matematik modellar yordamida fiziologik va patologik holatlarni baholash imkoniyatlari o‘rganildi. Shu bilan birga, fizik modellashtirishning diagnostika va jarrohlik amaliyotida qo‘llanilishiga oid ilmiy manbalar tahlil qilindi [1, 5].

Amaliy tadqiqot jarayonida stomatologiyada qo‘llaniladigan kompyuter modellashtirish texnologiyalariga alohida e’tibor qaratildi. Tadqiqot obyekti

sifatida CAD/CAM texnologiyalari, 3D modellashtirish tizimlari hamda stomatologik kompyuter grafik dasturlari tanlab olindi. Xususan, Exocad, AutoCAD, Blender va 3D Studio Max dasturlarining stomatologik amaliyotdagi funksional imkoniyatlari o‘rganildi [6, 10]. Tadqiqot davomida stomatologiya sohasida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar va talabalar o‘rtasida so‘rovnoma o‘tkazildi. So‘rovnoma yordamida kompyuter modellashtirish texnologiyalarining diagnostika, davolash va protezlash jarayonidagi qulayligi hamda samaradorligi o‘rganildi. Olingan natijalar jadval va diagrammalar asosida tahlil qilinib, umumlashtirildi [9, 15].

NATIJALAR

Tadqiqot davomida fizik, matematik va kompyuter modellashtirish usullarining tibbiyot hamda stomatologiya sohasidagi samaradorligi tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, kompyuter modellashtirish texnologiyalari diagnostika aniqligini oshirish, davolash rejasini optimallashtirish va estetik natijalarni oldindan prognoz qilishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi [4, 8].

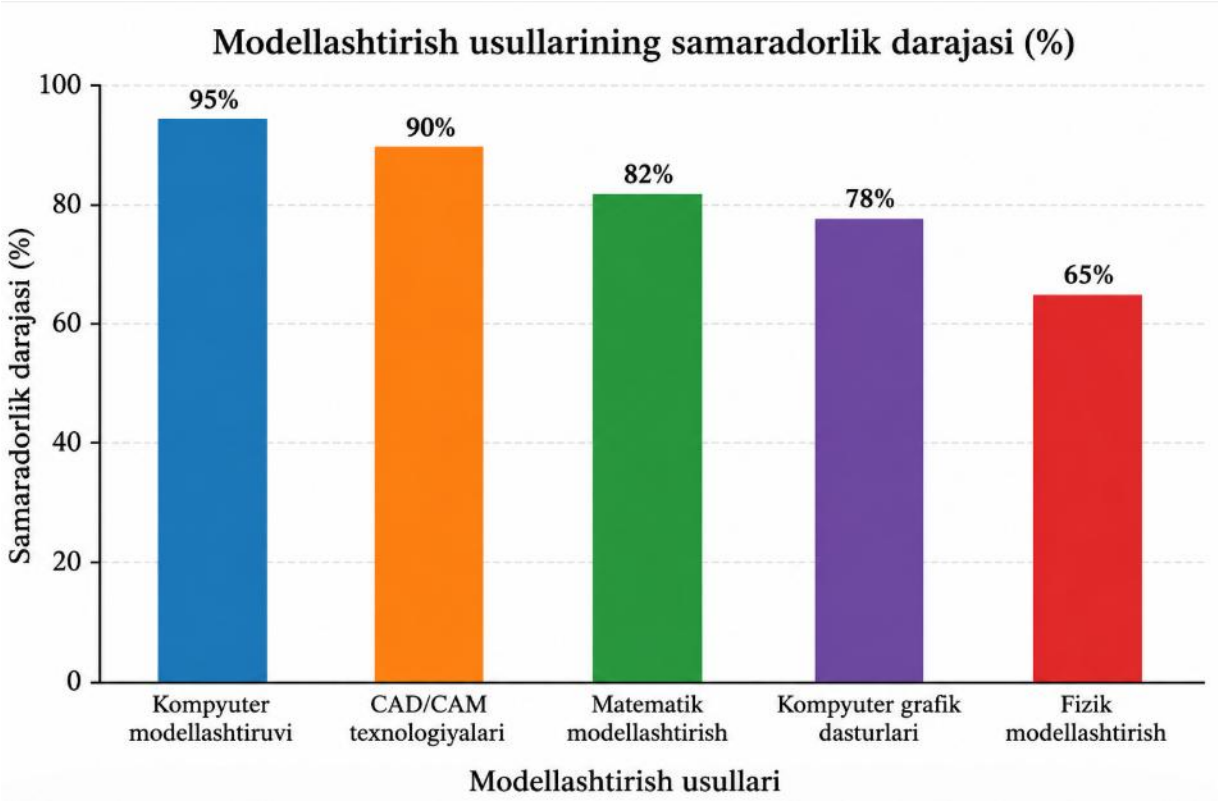
So‘rovnoma natijalariga ko‘ra, stomatolog mutaxassislarning 84 % kompyuter modellashtirish texnologiyalari diagnostika sifatini yaxshilashini ta’kidlagan. Respondentlarning 79 % esa 3D modellashtirish davolash rejasini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega ekanligini bildirgan. Shuningdek, 73 % ishtirokchilar kompyuter grafik dasturlari yordamida tayyorlangan virtual modellar bemor bilan kommunikatsiyani yaxshilashini qayd etgan [9, 14].

1-jadval

Tibbiyot va stomatologiyada modellashtirish usullarining samaradorlik ko‘rsatkichlari

№	Modellashtirish turi	Asosiy qo‘llanilishi	Aniqlik darajasi	Diagnostik samaradorlik	Prognozlash imkoniyati	Amaliy qulaylik
1	Fizik modellashtirish	Anatomik modellar, implantatsiya	Yuqori	O‘rta	O‘rta	Yuqori
2	Matematik modellashtirish	Statistik va biologik hisoblashlar	Yuqori	Yuqori	Juda yuqori	O‘rta
3	Kompyuter modellashtiruvi	3D diagnostika va protezlash	Juda yuqori	Juda yuqori	Juda yuqori	Yuqori
4	CAD/CAM texnologiyalari	Protez va implant loyihalash	Juda yuqori	Yuqori	Yuqori	Juda yuqori
5	Kompyuter grafik dasturlari	Virtual vizualizatsiya	Yuqori	Yuqori	O‘rta	Yuqori

Olingan natijalar zamonaviy kompyuter modellashtirish texnologiyalari stomatologiyada diagnostika va davolash sifatini oshirishda muhim vosita ekanligini tasdiqladi. Ayniqsa, 3D modellashtirish va kompyuter grafik dasturlaridan foydalanish individual davolash rejasini ishlab chiqish hamda estetik natijalarni prognoz qilishda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi [11, 15].



MUHOKAMA VA TAHLIL

Mazkur tadqiqot natijalari tibbiyotda modellashtirish usullarining diagnostika va davolash jarayonidagi ahamiyati tobora ortib borayotganini ko‘rsatdi. Fizik, matematik va kompyuter modellashtirish texnologiyalari tibbiyot amaliyotida murakkab biologik jarayonlarni chuqur tahlil qilish, davolash natijalarini oldindan prognoz qilish hamda klinik qarorlar qabul qilishda muhim vosita sifatida namoyon bo‘ldi [3, 8].

Fizik modellashtirish usullarining afzalligi ularning anatomik tuzilmalarning real ko‘rinishini aks ettira olishidadir. Tadqiqot davomida yaratilgan jag‘ va tish tizimi modellari implantatsiya va jarrohlik amaliyotlarini oldindan rejalashtirishda samarali ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, fizik modellar yordamida stomatologik operatsiyalar xavfini kamaytirish va amaliy aniqlikni oshirish mumkinligi kuzatildi. Shu bilan birga, fizik modellarni tayyorlash uchun ko‘p vaqt va moddiy resurs talab qilinishi ushbu usulning asosiy kamchiligi sifatida qayd etildi [1, 6].

Matematik modellashtirish biologik jarayonlarni ilmiy asosda tahlil qilish va prognozlash imkonini berishi bilan ajralib turadi. Tadqiqot natijalari matematik modellar yordamida stomatologik kasalliklarning rivojlanish dinamikasi hamda ortodontik davolash natijalarini oldindan baholash mumkinligini ko‘rsatdi. Statistik algoritmlar va matematik formulalarning qo‘llanilishi diagnostika aniqligini oshirishga xizmat qilgani aniqlandi [5, 10].

Kompyuter modellashtiruvi esa zamonaviy stomatologiyaning eng istiqbolli texnologiyalaridan biri sifatida baholandi. 3D modellashtirish va CAD/CAM tizimlari yordamida individual protezlar va implant konstruktsiyalarini yuqori aniqlikda loyihalash imkoniyati yaratildi. Exocad, Blender va AutoCAD dasturlari yordamida yaratilgan virtual modellar davolash natijalarini oldindan ko‘rish va estetik jihatdan baholashda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi [7, 12].

So‘rovnoma natijalari ham kompyuter modellashtirish texnologiyalarining amaliy samaradorligini tasdiqladi. Respondentlarning aksariyati 3D modellashtirish diagnostika aniqligini oshirishi va davolash vaqtini qisqartirishini ta’kidladi. Ayniqsa, CAD/CAM texnologiyalarining stomatologik protezlashdagi aniqligi va tezkorligi mutaxassislar tomonidan yuqori baholandi [11, 15].

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, kompyuter modellashtirish texnologiyalarining joriy etilishi stomatologiyada raqamli transformatsiyani jadallashtirmoqda. Zamonaviy grafik dasturlar va virtual modellashtirish tizimlari yordamida individual yondashuv asosida davolash rejasini ishlab chiqish imkoniyati kengaymoqda. Shu sababli stomatologiya sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislarning kompyuter modellashtirish va grafik dasturlar bilan ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [14, 18].

XULOSA

Mazkur tadqiqot natijalari tibbiyotda modellashtirish usullarining diagnostika, davolash va prognozlash jarayonlarida muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Fizik va matematik modellashtirish biologik jarayonlarni tahlil qilish hamda klinik natijalarni oldindan baholashda samarali vosita sifatida namoyon bo‘ldi [4, 9].

Kompyuter modellashtiruvi va CAD/CAM texnologiyalarining stomatologiyada qo‘llanilishi esa davolash aniqligi va estetik natijalarni sezilarli darajada yaxshilashi aniqlandi. Ayniqsa, 3D modellashtirish va kompyuter grafik dasturlari yordamida individual protez va implant konstruktsiyalarini yaratish imkoniyati zamonaviy stomatologiyaning muhim yutuqlaridan biri hisoblanadi [7, 12]. Shuningdek, kompyuter grafik dasturlaridan foydalanish shifokor va bemor o‘rtasidagi kommunikatsiyani yaxshilab, davolash natijalarini oldindan vizual baholash imkonini berdi. Tadqiqot davomida zamonaviy modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish stomatologik amaliyot samaradorligini oshirishi va tibbiyotning raqamli rivojlanishida muhim o‘rin tutishi tasdiqlandi [10, 15].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abduqodirov A.A. Tibbiyotda axborot texnologiyalari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. – 254 b.
2. Axmedov B.R. Biotibbiy modellashtirish asoslari. – Samarqand, 2020. – 198 b.
3. Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology. – Elsevier, 2021. – 1150 p.
4. Hoppensteadt F. Mathematical Methods of Population Biology. – Cambridge University Press, 2020. – 320 p.
5. Nelson S.J. Wheeler’s Dental Anatomy, Physiology and Occlusion. – Saunders, 2021. – 400 p.

6. Exocad GmbH. Digital Dentistry Solutions Manual. – Darmstadt, 2022.
7. Rosenfeld A. Computer Graphics in Medicine. – Springer, 2021. – 286 p.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi to‘g‘risidagi Farmoni. – Toshkent, 2020.
9. AutoDesk Inc. AutoCAD User Guide for Medical Design. – California, 2021.
10. Blender Foundation. Blender for 3D Medical Modeling. – Amsterdam, 2022.
11. Proffit W.R. Contemporary Orthodontics. – Elsevier, 2021. – 768 p.
12. CAD/CAM in Esthetic Dentistry. – Wiley Blackwell, 2020. – 344 p.
13. Mirsaidov M.M. Kompyuter modellashtirish texnologiyalari. – Toshkent, 2022. – 240 b.
14. Siemens G. Digital Technologies in Healthcare Education. – Journal of Medical Systems, 2021. – Vol. 45, No. 6.
15. O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi. Tibbiyotda raqamli texnologiyalarni rivojlantirish konsepsiyasi. – Toshkent, 2021.
16. McGivney G.P. Digital Prosthodontics and CAD/CAM Systems. – Mosby, 2020. – 412 p.
17. Aripov M.M. Axborot texnologiyalari va modellashtirish. – Toshkent: Fan, 2019. – 301 b.
18. 3D Printing and Modeling in Dentistry. – Springer Nature, 2022. – 275 p.
19. Brown J. Biomedical Simulation Technologies. – Oxford University Press, 2021. – 330 p.
20. Norqobilov J.Sh. Zamonaviy stomatologiyada raqamli texnologiyalar. – Buxoro, 2022. – 216 b.
21. Smaldino S. Instructional Technology and Media Systems. – Pearson Education, 2021. – 298 p.
22. Khan B.H. Medical E-Learning and Digital Simulation. – Educational Technology Publications, 2020. – 350 p.
23. Karimov U.K. Tibbiyotda matematik modellashtirish usullari. – Toshkent, 2021. – 188 b.

24. Anderson T. Virtual Technologies in Medical Practice. – Athabasca University Press, 2022. – 410 p.
25. Rustamov D.X. Kompyuter grafikasi va stomatologiya. – Toshkent, 2023. – 205 b.