



IMMERSIV TEXNOLOGIYALARNI TA'LIM JARAYONIDA QO'LLASHNING PEDAGOGIK ASOSLARI

Suyunova Elmira Shavqidin qizi,

GulDU mustaqil izlanuvchisi.

elmira.suyunova@gmail.com

Tel: +998 97 756 56 22

DOI: <https://doi.org/10.54613/ku.v19iA.1789>

MAQOLA HAQIDA/О СТАТЬЕ

Qabul qilindi: 17-avgust 2026-yil

Tasdiqlandi: 19-avgust 2026-yil

Jurnal soni: 19-A

Maqola raqami: 28

KALIT SO'ZLAR/КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

immersiv texnologiyalar, ta'lim jarayoni, pedagogik asoslar, virtual reallik, kengaytirilgan reallik, aralash reallik, immersiv ta'lim, ta'lim texnologiyalari, pedagogik shart-sharoitlar, didaktik tamoyillar

ANNOTATSIYA/АННОТАЦИЯ

Mazkur maqolada immersiv texnologiyalarni zamonaviy ta'lim jarayoniga integratsiyalashning pedagogik asoslari, didaktik imkoniyatlari va ulardan samarali foydalanish shart-sharoitlari ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilingan. Immersiv ta'lim muhiti ta'lim oluvchini tayyor axborotni qabul qiluvchi subyektdan o'quv vaziyatini kuzatuvchi, tahlil qiluvchi, amaliy harakatni bajaruvchi, qaror qabul qiluvchi va o'z faoliyatini baholovchi faol subyektga aylantiruvchi pedagogik muhit sifatida talqin etilgan. Tadqiqot doirasida immersiv texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlari tizimlashtirilib, ularning interaktivlik, vizuallashtirish, modellash, tajribaviy o'rganish, individual ta'lim, hamkorlikdagi faoliyat va o'quv motivatsiyasini kuchaytirish bilan bog'liq jihatlari aniqlangan. Shuningdek, real sharoitda bajarish murakkab, qimmat yoki xavfli bo'lgan amaliy faoliyatlarni virtual muhitda xavfsiz tarzda modellash, ularni takroriy bajarish va turli yechimlarni sinab ko'rish imkoniyatlari asoslab berilgan. Immersiv muhitda kuzatish, tahlil qilish, amaliy harakatni bajarish, natijani tekshirish va xatolarni tuzatishdan iborat izchil o'quv faoliyatini tashkil etish ta'lim oluvchilarning mustaqil fikrlashi va refleksiv ko'nikmalarini rivojlantirish uchun muhim pedagogik imkoniyat sifatida baholangan. Maqolada immersiv texnologiyalarning samaradorligi texnologik vositalarning o'ziga emas, balki uning ta'lim maqsadi, mazmuni, metodlari, topshiriqlari, taskari aloqa va baholash mexanizmlari bilan uyg'unligi ta'kidlangan. Shu asosda immersiv ta'limni tashkil etishning muhim pedagogik shartlari sifatida texnologiyani maqsadga muvofiq tanlash, o'quv kontentini didaktik jihatdan loyihalash, interaktiv va muammoli topshiriqlarni ishlab chiqish, ta'lim oluvchilarning individual xususiyatlarini hisobga olish, tezkor taskari aloqani ta'minlash, pedagoglarning raqamli-pedagogik kompetensiyasini rivojlantirish hamda zarur texnik infratuzilmani shakllantirish zarurligi ko'rsatib berilgan.

ABOUT THE PAPER

Accepted: 17 August 2026

Approved: 19 August 2026

Volume: 19-A

Paper number: 28

KEYWORDS

immersive technologies, educational process, pedagogical foundations, virtual reality, augmented reality, mixed reality, immersive learning, educational technologies, pedagogical conditions, didactic principles

ANNOTATION

This article provides a scientific and theoretical analysis of the pedagogical foundations, didactic potential, and conditions for the effective integration of immersive technologies into the modern educational process. An immersive learning environment is interpreted as a pedagogical environment that transforms learners from passive recipients of ready-made information into active participants who observe and analyze learning situations, perform practical actions, make decisions, and evaluate their own activities. Within the framework of the study, the pedagogical potential of immersive technologies was systematized, with particular attention paid to their capacity to enhance interactivity, visualization, modeling, experiential learning, individualized education, collaborative activities, and learning motivation. The study also substantiates the possibilities of safely modeling practical activities that are difficult, costly, or potentially hazardous to perform in real-life conditions within a virtual environment, allowing learners to repeat such activities and experiment with different solutions. The organization of a consistent learning process in an immersive environment, including observation, analysis, practical action, verification of results, and error correction, is considered an important pedagogical opportunity for developing learners' independent thinking and reflective skills. The article emphasizes that the effectiveness of immersive technologies depends not on the technological tools themselves, but on their integration with educational objectives, content, teaching methods, learning tasks, feedback, and assessment mechanisms. Accordingly, the study identifies the major pedagogical conditions for organizing immersive learning, including the purposeful selection of technologies, didactic design of educational content, development of interactive and problem-based tasks, consideration of learners' individual characteristics, provision of timely feedback, development of teachers' digital-pedagogical competence, and establishment of the necessary technical infrastructure.

Kirish

Bugungi kunda ta'lim jarayonida zamonaviy axborot-kommunikatsiya va innovatsion texnologiyalardan foydalanish talabalarning bilim olish faolligini oshirish, mustaqil fikrlash, muloqot qilish va amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, immersiv texnologiyalarning ta'lim jarayoniga joriy etilishi talabalarga bilimlarni nafaqat nazariy, balki amaliy va interaktiv muhitda o'zlashtirish imkonini bermoqda. Immersiv texnologiyalar yordamida yaratiladigan virtual va kengaytirilgan muhit talabani ta'lim jarayonining faol ishtirokchisiga aylantirib, uning o'rganilayotgan mavzu bilan bevosita tajriba asosida ishlashini ta'minlaydi. Immersiv texnologiyalar talabalarning bilim, ko'nikma va malakalarini rivojlantirish bilan bir qatorda, ularning kommunikativ qobiliyatlari, mustaqil fikrlashi, muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilishi va ijtimoiylashuviga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli immersiv texnologiyalarni ta'lim jarayoniga tatbiq etishning pedagogik asoslarini o'rganish zamonaviy ta'limning

muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ta'lim jarayonining raqamli transformatsiyasi sharoitida immersiv texnologiyalardan foydalanish masalasi nafaqat texnik yangiliklarni o'zlashtirish, balki ta'limning mazmuni, shakli va metodlarini qayta ko'rib chiqishni ham talab etmoqda. An'anaviy o'quv muhitida bevosita kuzatish, tajriba o'tkazish yoki real jarayonlarda ishtirok etish imkoniyati cheklangan holatlarda virtual va kengaytirilgan reallik texnologiyalari muqobil pedagogik muhit yaratish imkonini beradi. Bunday muhitda ta'lim oluvchi o'rganilayotgan obyekt yoki hodisani kuzatish bilan cheklanmay, uni modellash, o'zgartirish, turli vaziyatlarda sinab ko'rish va o'z faoliyati natijasini tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Shu sababli immersiv texnologiyalarni ta'lim jarayoniga joriy etish masalasi "texnologiyani ta'limga kiritish" doirasidan chiqib, ta'lim oluvchining faol tajribasi, mustaqil qaror qabul qilishi va amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishga yo'naltirilgan yangi pedagogik muhitni shakllantirish muammosi sifatida namoyon bo'lmoqda.

Adabiyotlar tahlili

Immersiv texnologiyalarni ta'lim jarayoniga integratsiyalash masalasi zamonaviy pedagogikada ta'limni raqamlashtirish, raqamli kompetentlikni rivojlantirish, interfaol o'qitish hamda ta'lim oluvchining faol bilish faoliyatini tashkil etish bilan uzviy bog'liq holda tadqiq etilmoqda. Mavjud ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, immersiv texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini to'liq namoyon etish uchun, avvalo, ta'lim jarayonini texnologik va metodik jihatdan to'g'ri loyihalash, pedagogning raqamli kompetensiyasini shakllantirish hamda raqamli vositalarni aniq didaktik maqsadga muvofiq tanlash talab etiladi.

Raqamli ta'lim muhitining rivojlanishi sharoitida o'qituvchining texnologik kompetensiyasi ta'lim sifatini ta'minlovchi muhim omillardan biri sifatida qaralmoqda. A. Abdushukurov raqamli kompetentlikni pedagogik va psixologik jihatdan shakllantirish masalasini tahlil qilib, raqamli vositalardan foydalanish faqat texnik ko'nikmalar bilan chegaralanmasligi, balki ularni ta'lim maqsadlari, mazmuni va pedagogik faoliyat bilan uyg'unlashtirish zarurligini asoslaydi [1, 45-49]. Bu yondashuv immersiv texnologiyalardan foydalanish uchun ham metodologik ahamiyatga ega. Chunki virtual, kengaytirilgan yoki aralash reallik vositalaridan foydalanishning samaradorligi texnologiyaning murakkabligi bilan emas, balki uning ta'limiy vazifani qay darajada samarali hal qila olishi bilan belgilanadi.

A. Rustemov raqamli ta'lim sharoitida mediakompetentlikni rivojlantirish masalasini o'rganar ekan, ta'lim oluvchining axborotni izlash, tahlil qilish, baholash va undan samarali foydalanish qobiliyatlarini rivojlantirish zarurligini ta'kidlaydi [2, 38-42]. Mazkur qarashlar immersiv ta'lim muhitida ham muhimdir. Zero, immersiv muhit ta'lim oluvchini tayyor axborotni qabul qiluvchi subyekt emas, balki raqamli obyektlar, modellar va vaziyatlar bilan faol munosabatga kirishuvchi ishtirokchiga aylantiradi. Shu nuqtayi nazardan immersiv ta'lim nafaqat vizual tajriba yaratish, balki raqamli axborot bilan faol ishlash kompetensiyasini shakllantirish vositasi sifatida ham qaralishi mumkin.

M.M. Mo'minovaning raqamli mediakompetentlikning tarkibiy qismlari va rivojlanish omillari haqida bag'ishlangan tadqiqotda raqamli muhitda samarali faoliyat yuritish uchun texnologik, axborotiy, kommunikativ va tanqidiy komponentlarning o'zaro uyg'unligi zarurligi ko'rsatiladi [3, 100-102]. Ushbu ilmiy yondashuv immersiv texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini baholashda muhim nazariy asos bo'la oladi. Chunki immersiv muhitda ta'lim oluvchi nafaqat virtual obyektlarni kuzatadi, balki ular bilan o'zaro aloqaga kirishadi, vazifalarni bajaradi, qarorlar qabul qiladi va olingan natijalarni tahlil qiladi.

D.E. Toshmurov, A.A. Xudayberdiyev va O.A. Musurmanov tomonidan mediasavodxonlik va axborot madaniyatiga oid tadqiqotlarda zamonaviy ta'lim jarayonida raqamli axborotdan ongli, tanqidiy va mas'uliyatli foydalanish masalalariga alohida e'tibor qaratiladi [4, 67-73]. Mazkur qarashlar immersiv texnologiyalardan foydalanish jarayonida ham dolzarb bo'lib, virtual muhitning yuqori darajadagi ta'sirchanligi ta'lim oluvchida axborotni tanqidiy baholash, raqamli kontentning ishonchiligi aniqlash va texnologiyadan maqsadli foydalanish ko'nikmalarini shakllantirishni taqozo etadi.

Immersiv texnologiyalarning bevosita ta'limiy imkoniyatlari xorijiy tadqiqotlarda yanada kengroq o'rganilgan. D. Hamilton va hammualliflar immersiv virtual reallikning pedagogik vosita sifatidagi imkoniyatlarini tizimli tahlil qilib, uning ta'lim natijalariga ta'sirini baholashda interaktivlik, tajribaviy o'rganish va ta'lim oluvchining faol ishtiroki muhim omillar ekanligini ko'rsatadi [6, 7-15]. Tadqiqotchilar immersiv virtual reallikni oddiy vizualizatsiya vositasidan farqli ravishda, ta'lim oluvchiga o'quv mazmuni bilan faol o'zaro munosabatga kirishish imkonini beruvchi muhit sifatida baholaydilar. Bu esa immersiv texnologiyalarning pedagogik qiymatini anyan faoliyatga yo'naltirilgan ta'lim bilan bog'lash imkonini beradi.

A.F. Di Natale va hammualliflarning K-12 hamda oliy ta'limdagi immersiv virtual reallikka oid empirik tadqiqotlarni umumlashtirgan tizimli sharhida immersiv texnologiyalarning motivatsiya, o'quv tajribasi va ta'lim natijalariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligi qayd etiladi [7, 2012-2021]. Shu bilan birga, mualliflar immersiv texnologiyalarning samaradorligi avtomatik tarzda yuzaga kelmasligini, natijalar foydalanilgan metodika, o'quv mazmuni, texnologik muhit va pedagogik tashkil etish bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatadilar. Demak, immersiv vositaning mavjudligi emas, balki undan foydalanish ssenariysining pedagogik jihatdan puxta ishlab chiqilishi hal qiluvchi ahamiyatga ega.

M. Won va hammualliflar immersiv virtual reallik yordamida o'rganishning turli yondashuvlarini tizimli tahlil qilib, immersiv muhitlardan foydalanishning yagona universal modeli mavjud emasligini ko'rsatadilar [8, 104-701]. Ularning qarashlaridan kelib chiqib, immersiv texnologiyalarni ta'lim jarayoniga tatbiq etishda o'quv maqsadi, fan

xususiyati, ta'lim oluvchilarning tayyorgarlik darajasi va bajariladigan faoliyat turini hisobga olish zarur. Ayniqsa, immersiv muhitning ta'lim mazmunini shunchaki ko'rsatish emas, balki talabning mustaqil harakat qilishi va tajriba orttirishini ta'minlashi uning pedagogik samaradorligini belgilovchi muhim mezonlardan biridir.

A. Sakr va T. Abdullahning virtual, kengaytirilgan va o'quv analitikasi texnologiyalarining ta'lim oluvchilar hamda pedagoglarga ta'siriga bag'ishlangan tizimli sharhida immersiv texnologiyalarni ta'lim analitikasi bilan birgalikda qo'llash imkoniyatlariga e'tibor qaratiladi [11]. Bu yondashuv immersiv ta'limni faqat virtual tajriba bilan cheklab qolmasdan, ta'lim oluvchining faoliyatini monitoring qilish, uning o'zlashtirish dinamikasini aniqlash va individual ta'lim strategiyalarini ishlab chiqish imkonini beruvchi kompleks raqamli muhit sifatida ko'rishga asos yaratadi.

H. Balalle tomonidan oliy ta'limda VR, AR va MR texnologiyalarining qo'llanilishiga bag'ishlangan tizimli tahlilda immersiv texnologiyalar ta'lim oluvchilarning tajribaviy o'rganishini kuchaytirishi, murakkab tushunchalarni modellashtirish va nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash imkoniyatlarini kengaytirishi ta'kidlanadi [12, 6-12]. Ayniqsa, oliy ta'limda professional vaziyatlarni modellashtirish immersiv texnologiyalarning muhim afzalliklaridan biri sifatida namoyon bo'ladi.

STEM ta'limida immersiv texnologiyalarning integratsiyasiga bag'ishlangan tizimli tadqiqotlarda ham VR, AR va boshqa immersiv vositalarning murakkab ilmiy tushunchalarni vizualashtirish, modellashtirish, tajriba asosida o'rganish va amaliy kompetensiyalarni rivojlantirishdagi imkoniyatlari ko'rsatilgan [13, 5-14]. Bu natijalar immersiv texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlari faqat biror fan doirasi bilan cheklanmasligini, balki turli ta'lim yo'nalishlarida mos metodik ssenariylar asosida qo'llanishi mumkinligini ko'rsatadi.

Immersiv virtual reallikning ta'lim va kasbiy tayyorgarlikdagi samaradorligini o'rganan tizimli sharhlarda esa uning ta'lim natijalariga ta'siri bilan bir qatorda, o'quv faoliyatini loyihalash, texnologik muhitning qulayligi va ta'lim oluvchining individual xususiyatlarini hisobga olish zarurligi qayd etiladi [14]. Shuningdek, immersiv muhitda ortiqcha vizual va sensor yuklama yuzaga kelishi mumkinligi sababli o'quv dizayni pedagogik maqsadga bo'ysundirilishi lozim.

So'nggi tadqiqotlarda ta'limiy virtual reallik muhitlarini loyihalashda dalillarga asoslangan dizayn va pedagogik tamoyillarga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bunday yondashuv immersiv muhitni yaratishda texnik imkoniyatlardan ko'ra o'quv maqsadi, kognitiv yuklama, interaktivlik darajasi, ta'lim oluvchining faoliyati, fikr-mulohaza va baholash mexanizmlarini uyg'unlashtirish zarurligini ko'rsatadi [15, 4-11]. Shu jihatdan immersiv ta'lim muhitini loyihalash pedagogik dizaynning alohida yo'nalishi sifatida qaralishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqotning metodologik asosini tizimli, kompetensiyaviy, faoliyatga yo'naltirilgan, shaxsga yo'naltirilgan va texnologik yondashuvlar tashkil etadi. Mazkur yondashuvlar immersiv texnologiyalarning ta'lim mazmuni, metodlari va vositalari bilan o'zaro bog'liqligini kompleks tahlil qilish imkonini beradi.

Immersiv muhit – ta'lim oluvchining raqamli yoki virtual makonda real ta'limiy vaziyatning faol ishtirokchisi sifatida qatnashishini ta'minlovchi interaktiv o'quv muhitidir. Virtual haqiqat (VR), kengaytirilgan haqiqat (AR) va aralash haqiqat (MR) texnologiyalari orqali o'quv mazmunini vizual, audio va interaktiv shaklda taqdim etish, obyektlarni kuzatish, ular bilan o'zaro faoliyatga kirishish, topshiriqlarni bajarish va natijalarni tekzor baholash imkoniyati yaratiladi.

Pedagogik nuqtayi nazardan immersiv texnologiyalar ta'lim oluvchilarning faolligini oshirish, nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash, real vaziyatlarni modellashtirish, individual ta'lim imkoniyatlarini kengaytirish va o'quv motivatsiyasini kuchaytirishga xizmat qiladi. Masalan, til ta'limida virtual do'kon, aeroport, mehmonxona yoki muzey kabi muhitlarda kommunikativ topshiriqlarni bajarish orqali nutqiy va kommunikativ kompetensiyalarni rivojlantirish mumkin.

Tadqiqotda immersiv texnologiyalarning samaradorligi texnologiyaning o'ziga emas, balki uning ta'lim maqsadi, mazmuni, metodlari, topshiriqlari, teskari aloqa va baholash mexanizmlari bilan uyg'unligiga bog'liq ekanligi asos qilib olindi. Shu sababli o'qituvchi immersiv ta'lim jarayonida axborot manbai bilan cheklanmay, o'quv faoliyatini loyihalovchi, yo'naltiruvchi va nazorat qiluvchi subyekt sifatida faoliyat yuritadi.

Shuningdek, immersiv muhitda topshiriqlarni turli murakkablik darajasida tashkil etish, ta'lim oluvchilarning individual xususiyatlari va o'zlashtirish sur'atini hisobga olish imkoniyati shaxsga yo'naltirilgan ta'limni kuchaytiradi. Shu asosda immersiv texnologiyalarni samarali

qo'llashning muhim shartlari sifatida maqsadga muvofiq texnologiya tanlash, didaktik kontentni loyihalash, interaktiv topshiriqlarni ishlab chiqish, tezkor teskari aloqani ta'minlash, pedagoglarning raqamli-pedagogik kompetensiyasini rivojlantirish va zarur texnik infratuzilmani shakllantirish belgilandi.

Natijalar

Tadqiqot natijalari immersiv texnologiyalardan ta'lim jarayonida pedagogik maqsadga muvofiq foydalanish ta'lim oluvchilarning o'quv-bilish faoliyatini faollashtirish, mavzuga qiziqishini oshirish va nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash imkoniyatlarini kengaytirishini ko'rsatdi. Xususan, virtual reallik (VR), kengaytirilgan reallik (AR) va aralash reallik (MR) texnologiyalari murakkab, abstrakt yoki bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan jarayon va hodisalarni uch o'lchamli, vizual va interaktiv shaklda ifodalash imkonini beradi. Tahlillar asosida immersiv texnologiyalarning asosiy pedagogik imkoniyatlari sifatida ta'lim mazmunini vizuallashtirish, interaktiv o'quv muhitini yaratish, faol ishtirokni ta'minlash, amaliy faoliyatni modellashtirish, individual o'rganish imkoniyatlarini kengaytirish va o'quv motivatsiyasini kuchaytirish belgilandi.

Tadqiqotda immersiv muhitning samaradorligi uning ta'lim oluvchini faqat axborotni kuzatuvchi emas, balki o'quv vaziyatida faol harakat qiluvchi subyekti sifatida ishtirok etirishi bilan bog'liqligi aniqlandi. Bunday muhitda o'quv faoliyatini kuzatish, tahlil qilish, amaliy harakatni bajarish, natijani tekshirish va zarur hollarda faoliyatni qayta tashkil etish ketma-ketligida loyihalash mumkin. Mazkur imkoniyat ta'lim oluvchining o'z faoliyati natijalarini anglashiga, xatolarni aniqlashiga va ularni mustaqil ravishda tuzatishiga sharoit yaratadi. Ayniqsa, virtual ssenariylarni qayta bajarish imkoniyati murakkab faoliyatlarni bosqichma-bosqich o'zlashtirish va muqobil yechimlarni sinab ko'rish uchun qulay pedagogik sharoit yaratadi.

Natijalardan yana biri immersiv texnologiyalar yordamida xavfsiz tajriba muhitini tashkil etish imkoniyati bilan bog'liq. Real sharoitda bajarish qiymat, murakkab yoki xavfli bo'lgan amaliy mashg'ulotlarni virtual modellashtirish orqali ta'lim oluvchiga xatolarning real oqibatlarisiz turli harakatlarni sinab ko'rish imkonini berish mumkin. Bu, ayniqsa, tabiiy fanlar, tibbiyot, muhandislik, texnik va kasbiy ta'lim yo'nalishlarida nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash uchun muhim metodik imkoniyat hisoblanadi.

Tahlillar immersiv muhitda teskari aloqani tezkor tashkil etish hamda ta'lim oluvchining faoliyatini jarayon davomida kuzatish imkoniyati mavjudligini ko'rsatdi. Virtual topshiriqni bajarish jarayonida tanlangan javob, bajarilgan harakat yoki yo'l qo'yilgan xato asosida tegishli ko'rsatma va fikr-mulohazalarni taqdim etish mumkin. Shu asosda immersiv ta'lim muhitini formatif baholash bilan uyg'unlashtirish o'zlashtirishdagi qiyinchiliklarni yakuniy natijani kutmasdan aniqlash va keyingi o'quv faoliyatini moslashtirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari immersiv texnologiyalarni hamkorlikdagi faoliyatni tashkil etish uchun ham qo'llash mumkinligini ko'rsatdi. Virtual muhitda guruhli topshiriqlar, rolli vaziyatlar, muammoli holatlarni birgalikda hal qilish, obyekt yoki hodisaning turli jihatlarini muhokama qilishga yo'naltirilgan ssenariylarni ishlab chiqish mumkin. Bunday faoliyat immersiv texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini individual tajriba doirasidan kengaytirib, kommunikativ, hamkorlik va ijtimoiy kompetensiyalarni rivojlantirishga xizmat qiluvchi o'quv muhitini shakllantiradi.

Shuningdek, immersiv texnologiyalar asosida o'quv topshiriqlarini murakkablik darajasiga ko'ra bosqichlashtirish imkoniyati aniqlandi. Dastlab yo'naltiruvchi ko'rsatmalar va sodda amaliy harakatlardan foydalanish, keyingi bosqichlarda esa mustaqil qaror qabul qilish, muammoni tahlil qilish va bir nechta yechimdan maqbulini tanlashni talab qiladigan vaziyatlarni kiritish mumkin. Mazkur bosqichlilik ta'lim oluvchining mavjud tayyorgarlik darajasidan kelib chiqib murakkabroq faoliyatga izchil o'tishini ta'minlaydi.

Tadqiqotda immersiv texnologiyalarni samarali joriy etish bir qator pedagogik shart-sharoitlar bilan bog'liqligi ham aniqlandi. Ular qatoriga ta'lim maqsadiga mos texnologiyani tanlash, o'quv kontentini didaktik jihatdan loyihalash, interaktiv topshiriqlarni ishlab chiqish, pedagoglarning raqamli-pedagogik kompetensiyasini rivojlantirish, zarur texnik infratuzilmani ta'minlash va ta'lim natijalarini muntazam monitoring qilish kiradi. Demak, immersiv texnologiyalarning mavjudligi o'z-o'zidan yuqori pedagogik samaradorlikni kafolatlamaydi; natija texnologik vosita, o'quv mazmuni, metod, faoliyat va baholashning o'zaro uyg'unligiga bog'liq.

Bundan tashqari, natijalar immersiv muhitni loyihalashda me'yoriylik va pedagogik nazoratga alohida e'tibor berish zarurligini ko'rsatdi. O'rtiqcha vizual obyektlar, animatsiyalar, ovozlari yoki bir vaqtning o'zida

ko'p sonli topshiriqlarning berilishi ta'lim oluvchining asosiy o'quv vazifasiga yo'naltirilgan e'tiborini susaytirishi mumkin. Shu sababli immersiv kontentning har bir elementi muayyan didaktik vazifani bajarishi, faoliyat davomiyligi me'yorlanishi va kutilayotgan o'quv natijasi bilan bog'lanishi lozim.

Olingan natijalar immersiv texnologiyalarning pedagogik samaradorligi ularning texnik imkoniyatlari ko'lami bilan emas, balki mazkur imkoniyatlarning ta'lim maqsadlariga qanchalik asosli va metodik jihatdan to'g'ri yo'naltirilganligi bilan belgilanadi, degan xulosani shakllantirdi. Shu jihatdan immersiv texnologiyalarni ta'lim jarayoniga integratsiyalash texnik vositani oddiy qo'llash emas, balki o'quv faoliyatini qayta loyihalash jarayoni sifatida qaralishi lozim.

Muhokama

Tadqiqot natijalarining tahlili immersiv texnologiyalarning ta'lim jarayonidagi pedagogik ahamiyati, avvalo, ularning ta'lim oluvchining bilish faoliyatini tashkil etish xarakterini o'zgartirish imkoniyati bilan bog'liqligini ko'rsatadi. An'anaviy ta'lim muhitida ta'lim oluvchi ko'pincha tayyor axborotni qabul qilish, qayta ishlash va reproduktiv tarzda qo'llash faoliyatini amalga oshirsa, immersiv muhitda u o'quv vaziyatining bevosita ishtirokchisiga aylanadi. Bunda o'rganilayotgan obyektini kuzatish bilan bir qatorda, uning tarkibiy qismlarini o'zgartirish, muayyan harakatlarni bajarish, natijalarni kuzatish va qarorlarning oqibatlarini baholash imkoniyati yuzaga keladi. Shu sababli immersiv texnologiyalarning pedagogik salohiyatini faqat vizualizatsiya imkoniyati bilan izohlash yetarli emas; ularning asosiy qiymati o'quv faoliyatini tajriba, faol harakat va refleksiya asosida tashkil etish imkoniyatidir.

Mazkur xulosa Hamilton va hammualliflarning immersiv virtual reallikdan pedagogik vosita sifatida foydalanishga bag'ishlangan tizimli tahlillari bilan hamohangdir. Mualliflar immersiv virtual reallikning ta'lim natijalariga ta'siri texnologiyaning o'zidan ko'ra, uning qanday o'quv faoliyatiga integratsiyalanganiga bog'liqligini ko'rsatadilar [6, 7-15]. Demak, immersiv texnologiyalarning ta'limdagi samaradorligini baholashda *"texnologiya mavjudmi?"* degan savoldan ko'ra, *"ushbu texnologiya qanday pedagogik vazifani hal qilmoqda?"* degan savol muhimroqdir. Bu holat immersiv vositalarni texnologiya markazli emas, balki pedagogika markazli yondashuv asosida loyihalash zarurligini ko'rsatadi.

Immersiv texnologiyalarning mazkur xususiyati tajribaviy o'qitish konsepsiyasi bilan ham uzviy bog'lanadi. Ta'lim oluvchi virtual vaziyatda harakat qilib, uning natijasini kuzatadi, xatolarini tahlil qiladi va faoliyatini qayta tashkil etadi. Shu tariqa bilim tayyor axborot shaklida emas, balki shaxsiy faoliyat natijasida shakllanadigan tajriba sifatida namoyon bo'ladi. Di Natale va hammualliflarning tizimli tadqiqotida ham immersiv virtual reallikning K-12 va oliy ta'limdagi qo'llanilishi turli shakllarda namoyon bo'lishi hamda uning ta'limiy qiymati faol o'rganish jarayoni bilan bog'liqligi ko'rsatilgan [7, 2012-2021]. Bu esa immersiv muhitni tajribaga asoslangan ta'limni tashkil etishning zamonaviy vositalaridan biri sifatida qarash imkonini beradi.

Won va hammualliflarning tadqiqotlari ham mazkur masalaga muhim aniqlik kiritadi. Ularning tizimli tahlilida immersiv virtual reallik yordamida o'rganishning turli pedagogik shakllari mavjudligi ko'rsatilgan [8]. Bundan kelib chiqadiki, bir xil VR texnologiyasi turli metodik ssenariylarda mutlaqo boshqa o'quv natijalarini yuzaga keltirishi mumkin. Masalan, faqat virtual obyektini kuzatishga asoslangan mashg'ulot bilan muammoli vaziyatni hal qilish, tajriba o'tkazish yoki kasbiy qaror qabul qilishga yo'naltirilgan mashg'ulotning pedagogik imkoniyatlari bir xil emas. Shuning uchun immersiv darsni loyihalashda texnik imkoniyatlardan ko'ra o'quv faoliyatining didaktik modeli birlamchi bo'lishi kerak.

AR texnologiyalari bo'yicha olingan ilmiy natijalar ham mazkur fikrni qo'llab-quvvatlaydi. Garzón va hammualliflar kengaytirilgan reallikdan foydalanish samaradorligiga pedagogik yondashuvlarning sezilarli ta'sir ko'rsatishini ta'kidlaydilar [9]. Chang va hammualliflarning meta-tahlili esa AR texnologiyalarining ta'limdagi ta'sirini eksperimental va kvazi-eksperimental tadqiqotlar asosida umumlashtirib, mazkur vositalarning o'quv jarayoniga sezilarli pedagogik imkoniyatlar olib kirishini ko'rsatadi [10]. Shu bilan birga, ushbu tadqiqotlar texnologiyaning ta'limiy natijasi undan foydalanish sharoiti va metodik tashkil etilishiga bog'liqligini ko'rsatadi. Demak, AR, VR yoki MRni mustaqil metod sifatida emas, balki muammoli, loyihaviy, kompetensiyaviy, tajribaviy va hamkorlikka asoslangan metodlarni kuchaytiruvchi vosita sifatida talqin qilish maqsadga muvofiq.

Tadqiqotda aniqlangan individual ta'lim imkoniyatlari ham zamonaviy ta'limning shaxsga yo'naltirilganlik tamoyili bilan uyg'unlashadi. Immersiv muhitda topshiriqlarning murakkabligi, ko'rsatmalar hajmi, bajarish tezligi va yordam darajasini o'zgartirish

imkoniyati ta'lim oluvchilar o'rtasidagi individual farqlarni hisobga olishga yordam beradi. Biroq mazkur imkoniyatni avtomatik individuallashtirish sifatida baholash noto'g'ri bo'ladi. Individual ta'lim trayektoriyasi pedagogik diagnostika, aniq mezonlar va ta'lim oluvchining rivojlanish ehtiyojlari asosida loyihalashtirilgandagina mazmunli natija beradi. Shu nuqtayi nazardan immersiv texnologiya individuallashtirishning tayyor mexanizmi emas, balki uni amalga oshirish uchun qo'shimcha didaktik imkoniyat yaratadigan vosita sifatida qaralishi kerak.

Immersiv texnologiyalarning pedagogik imkoniyatlarini amalga oshirishda o'qituvchining kasbiy roli ham qayta talqin qilinadi. Raqamli muhitda o'qituvchi axborotning yagona manbai bo'lishdan ko'ra, ta'lim faoliyatini loyihalovchi, yo'naltiruvchi, kuzatuvchi va tahlil qiluvchi subyekt sifatida namoyon bo'ladi. Bu jarayon pedagogdan nafaqat texnik ko'nikmalarni, balki texnologik imkoniyatlarni didaktik maqsad bilan bog'lash qobiliyatini talab qiladi. Abdushukurovning raqamli kompetentlikni shakllantirishga oid qarashlari ham raqamli vositalardan samarali foydalanish uchun pedagogning texnologik bilimlari bilan bir qatorda pedagogik va psixologik tayyorgarligi muhimligini ko'rsatadi [1, 45-49]. Shu jihatdan immersiv ta'lim joriy etish pedagoglarning raqamli-pedagogik kompetensiyasini rivojlantirish masalasini ham kun tartibiga olib chiqadi.

Teskari aloqaning tezkorligi immersiv texnologiyalarning baholash jarayonidagi imkoniyatlarini ham kengaytiradi. An'anaviy baholashda natija ko'pincha faoliyat yakunlangandan keyin aniqlansa, raqamli immersiv muhitda ta'lim oluvchining harakatlari jarayonning o'zida qayd etilishi va tahlil qilinishi mumkin. Sakr va Abdullah tomonidan immersiv texnologiyalar hamda learning analytics imkoniyatlarining o'zaro aloqasi o'rganilgani mazkur yo'nalishning rivojlanayotganini ko'rsatadi [11]. Bu holat baholashni faqat nazorat vositasi sifatida emas, balki ta'lim jarayonini boshqarish mexanizmi sifatida qarash imkonini beradi. Kelgusida bunday imkoniyatlardan foydalanish ta'lim oluvchining xatolari, qaror qabul qilish ketma-ketligi va o'zlashtirish dinamikasi asosida individual pedagogik tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qilishi mumkin.

Oliy ta'lim nuqtayi nazaridan immersiv texnologiyalarning ahamiyati, ayniqsa, kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish jarayonida yaqqol namoyon bo'ladi. Balalle tomonidan olib borilgan tizimli tahlilda VR, AR va MR texnologiyalarining oliy ta'limdagi qo'llanilishi o'rganilib, ularning an'anaviy o'qitish shakllarini yangi tajribaviy imkoniyatlar bilan boyitishi ko'rsatilgan [12, 6-12]. Bu imkoniyat kasbiy vaziyatlarni modellashtirish, murakkab faoliyatlarini xavfsiz sharoitda mashq qilish va real amaliyotga tayyorgarlik ko'rishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, talabada faqat "bilish" emas, balki "bajarish", "qaror qabul qilish" va "vaziyatga mos harakat qilish" kompetensiyalarini shakllantirish zarur bo'lgan hollarda immersiv texnologiyalarning didaktik qiymati ortadi.

STEM ta'limiga oid tadqiqotlarda immersiv texnologiyalarning uch o'lchamli va fazoviy tasavvurlarni shakllantirish, murakkab jarayonlarni modellashtirish hamda real muhitda kuzatish qiyin bo'lgan hodisalarni o'rganishdagi imkoniyatlari alohida qayd etilgan [13, 5-14]. Biroq bunday imkoniyatlar har doim ham yuqori o'zlashtirishga avtomatik ravishda olib kelmaydi. Virtual obyektning haddan tashqari murakkabligi yoki ortiqcha vizual elementlar ta'lim oluvchining asosiy mazmunga e'tiborini kamaytirishi mumkin. Shuning uchun immersiv muhitda ko'rgazmalilik va kognitiv soddalik o'rtasidagi muvozanatni saqlash muhim metodik talab sifatida qaralishi kerak.

Mazkur masala immersiv ta'lim muhitining cheklovlarini baholashda ham muhimdir. 2024-yildagi tizimli tahlillar immersiv virtual reallikning ta'lim samaradorligi muhit dizayni, o'quv faoliyatining tashkil etilishi va pedagogik shart-sharoitlar bilan bog'liqligini ko'rsatadi [14]. Demak, immersiv muhitda ko'proq effekt, animatsiya yoki interaktiv elementlardan foydalanish har doim ham yaxshi natijani anglatmaydi. Aksincha, pedagogik jihatdan ortiqcha yuklama ta'lim oluvchining diqqatini tarqatishi va mazmunni chuqur o'zlashtirishni qiyinlashtirishi mumkin. Shu sababli immersiv kontentni ishlab chiqishda kognitiv yuklamani boshqarish, asosiy va ikkilamchi axborotni farqlash hamda faoliyatni bosqichma-bosqich tashkil etish zarur.

So'nggi tadqiqotlarda immersiv ta'lim muhitlarini dalillarga asoslangan pedagogik tamoyillar asosida loyihalashga bo'lgan e'tiborning kuchayishi ham ushbu fikrni tasdiqlaydi [15, 4-11]. Bu yondashuv immersiv texnologiyalarni oddiy texnik innovatsiya sifatida emas, balki maxsus pedagogik dizayn talab qiluvchi ta'lim muhiti sifatida baholashga imkon beradi. Bunda o'quv maqsadi, mazmun, ta'lim faoliyati, interaktivlik darajasi, teskari aloqa, baholash va refleksiya yagona didaktik tizimda loyihalanishi lozim.

Shu bilan birga, immersiv texnologiyalarni amaliyotga joriy etishda raqamli infratuzilma va pedagoglarning tayyorgarligi masalasi alohida e'tibor talab qiladi. Mahalliy tadqiqotlarda raqamli kompetentlik, mediakompetentlik va axborot madaniyatining zamonaviy ta'lim uchun muhim shartlardan biri sifatida ko'rilishi [1, 45-49; 2, 38-42; 3, 100-102] immersiv ta'lim muhitini tashkil etish uchun ham metodologik asos bo'lib xizmat qiladi. Biroq immersiv texnologiyalar uchun zarur bo'lgan qurollar, dasturiy ta'minot, raqamli kontent va texnik xizmatning mavjudligi bilan bir qatorda, ularni pedagogik jihatdan boshqarishga qodir mutaxassislarning mavjudligi ham muhimdir.

Umuman, tadqiqot natijalari va ko'rib chiqilgan ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish immersiv texnologiyalar samaradorligini belgilovchi omillarni uchta o'zaro bog'liq darajada ko'rish imkonini beradi. Birinchi daraja – texnologik daraja, ya'ni qurollar, dasturiy ta'minot va texnik infratuzilmaning mavjudligi; ikkinchi daraja – didaktik daraja, ya'ni maqsad, mazmun, metod, topshiriq va baholashning mosligi; uchinchi daraja – subyektiv-pedagogik daraja, ya'ni pedagog va ta'lim oluvchining raqamli kompetensiyasi, motivatsiyasi va faol ishtiroki. Ushbu uch daraja o'zaro uyg'unlashgandagina immersiv texnologiyalar kutilgan pedagogik samarani berishi mumkin.

Shunday qilib, immersiv texnologiyalarning ta'limdagi pedagogik salohiyati ularning "realga o'xshash" muhit yaratish xususiyatidan ko'ra, ushbu muhitni mazmunli o'quv faoliyatiga aylantirish imkoniyatida namoyon bo'ladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadi, immersiv texnologiyalar ta'limning mazmuni, faoliyat shakli va baholash mexanizmlarini qayta ko'rib chiqish uchun imkoniyat yaratadi. Biroq mazkur imkoniyatning amaliy samarasi texnologik vositalarni maqsadli tanlash, ilmiy-metodik jihatdan asoslangan ssenariylar ishlab chiqish va ta'lim oluvchining faol tajribasini markazga qo'yish orqali ta'minlanadi.

Xulosa

O'tkazilgan nazariy tahlil va ilmiy manbalarni umumlashtirish asosida immersiv texnologiyalar zamonaviy ta'lim jarayonining didaktik imkoniyatlarini kengaytiruvchi istiqbolli vositalardan biri ekanligi aniqlandi. VR, AR va MR texnologiyalarining pedagogik qiymati faqat o'quv axborotini vizual namoyish etish bilan cheklanmay, ta'lim oluvchini o'quv vaziyatining faol ishtirokchisiga aylantirish, tajriba asosida o'rganishni tashkil etish, murakkab jarayonlarni modellashtirish va nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lash imkoniyatlarida namoyon bo'ladi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, immersiv texnologiyalardan pedagogik jihatdan samarali foydalanish bir qator o'zaro bog'liq shart-sharoitlarni talab qiladi. Jumladan, texnologiyani aniq ta'lim maqsadiga muvofiq tanlash, immersiv o'quv kontentini didaktik talablar asosida ishlab chiqish, ta'lim oluvchining faol harakatini nazarda tutuvchi topshiriqlarni loyihalash, tezkor teskari aloqani tashkil etish va natijalarni muntazam baholash zarur. Shuningdek, immersiv muhitning mazmuni ta'lim oluvchining yosh, individual va psixologik xususiyatlariga mos bo'lishi hamda ortiqcha kognitiv yuklamaning oldini olishi lozim.

Tadqiqotning muhim xulosalaridan biri shundan iboratki, immersiv texnologiyalarni ta'limga joriy etish texnik modernizatsiya bilan cheklanmasligi kerak. Ushbu jarayon pedagogik dizaynning yangilanishini, o'qituvchi faoliyatining qayta tashkil etilishini va ta'lim natijalarini baholash mexanizmlarining takomillashtirilishini ham nazarda tutadi. Shu jihatdan pedagog immersiv texnologiyalardan foydalanuvchi texnik operator emas, balki o'quv faoliyatini loyihalovchi, boshqaruvchi va pedagogik natijalarni tahlil qiluvchi mutaxassis sifatida faoliyat yuritishi lozim.

Immersiv texnologiyalarning istiqbolli yo'nalishlaridan biri ularni sun'iy intellekt, learning analytics va adaptiv ta'lim tizimlari bilan integratsiyalash hisoblanadi. Bunday integratsiya ta'lim oluvchining virtual muhitdagi harakatlari, xatolari, qaror qabul qilish ketma-ketligi va o'zlashtirish dinamikasini tahlil qilish imkonini kengaytiradi. Natijada ta'lim mazmuni va topshiriqlarni individual ehtiyojlarga moslashtirish, o'quv qiyinchiliklarini erta aniqlash hamda shaxsiy ta'lim trayektoriyalarini shakllantirishning yangi mexanizmlari yuzaga kelishi mumkin.

Amaliy jihatdan immersiv texnologiyalarni joriy etishda ta'lim tashkilotlarining texnik infratuzilmasini rivojlantirish bilan bir qatorda, pedagoglarning raqamli-pedagogik kompetensiyasini muntazam oshirish, mahalliy o'quv dasturlariga mos sifatli immersiv kontent yaratish va undan foydalanishning metodik ta'minotini ishlab chiqish zarur. Bunda barcha fanlar uchun yagona immersiv modeldan foydalanish o'miga, fan mazmuni, ta'lim bosqichi va kutilayotgan kompetensiyalardan kelib chiqadigan differensial yondashuvni qo'llash maqsadga muvofiq.

Shuningdek, immersiv ta'lim samaradorligini faqat ta'lim oluvchilarning qiziqishi yoki texnologiyadan foydalanish chastotasi orqali baholash yetarli emas. Baholash tizimida bilimlarni o'zlashtirish darajasi

bilan bir qatorda, amaliy ko'nikmalar, muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilish, mustaqil faoliyat, hamkorlik, refleksiya va bilimlarni yangi vaziyatlarga ko'chirish kabi natijalar ham hisobga olinishi lozim. Bu esa immersiv texnologiyalarning real pedagogik qiymatini obyektivroq aniqlash imkonini beradi.

Umuman, immersiv texnologiyalarni ta'lim jarayoniga integratsiyalashning asosiy tamoyili "texnologiya uchun ta'lim emas, ta'lim maqsadi uchun texnologiya" tamoyili asosida belgilanishi lozim. VR, AR va MR vositalari o'quv jarayonining maqsadi emas, balki aniq pedagogik natijaga erishishni ta'minlovchi vosita sifatida qaratilganligina ularning imkoniyatlaridan samarali foydalanish mumkin. Bunday yondashuv immersiv muhitni oddiy texnologik yangilikdan ta'lim

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Abdushukurov A. Raqamli kompetentlikni shakllantirishning pedagogik va psixologik asoslari // O'zbekiston davlat jahon tillari universiteti konferensiyalari. – 2026. – DOI: 10.5281/zenodo.20377699.
2. Rustemov A. Raqamli ta'lim sharoitida talabalarda mediakompetentlikni rivojlantirishning nazariy asoslari // Maktabgacha va maktab ta'limi jurnali. – DOI: 10.5281/zenodo.18679694.
3. Mo'minova M.M. Raqamli mediakompetentlik: ilmiy asoslari, tarkibiy qismlari va rivojlanish omillari // Pedagogika va psixologiya zamonaviy dunyoda: nazariy va amaliy tadqiqotlar. –2025. –B. 100-102. – DOI: 10.5281/zenodo.15147830.
4. Toshtemirov D.E., Xudayberdiyev A.A., Musurmanov U.A. Mediasavodxonlik va axborot madaniyati: darslik. – Toshkent: BOOKMANY PRINT, 2024.
5. Axmedova M., et al. Investigating the Role of Epigenetics in the Evolution of Language and Speech Patterns Across Different Cultures // Journal of Internet Services and Information Security (JISIS). – 2026. – Vol. 16, No. 1. – P. 237-252. – DOI: 10.58346/JISIS.2026.11.014.
6. Hamilton D., McKechnie J., Edgerton E., Wilson C. Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design // Journal of Computers in Education. – 2021. – Vol. 8. – P. 1-32. – DOI: 10.1007/s40692-020-00169-2.
7. Di Natale A.F., Repetto C., Riva G., Villani D. Immersive virtual reality in K-12 and higher education: a 10-year systematic review of empirical research // British Journal of Educational Technology. – 2020. – Vol. 51, No. 6. – P. 2006-2033. – DOI: 10.1111/bjet.13030.
8. Won M., Ungu D.A.K., Matovu H., Treagust D.F., Tsai C.-C., Park J., Mocerino M., Tasker R. Diverse approaches to learning with immersive virtual reality identified from a systematic review // Computers

oluvchining faol tajribasi, mustaqil fikrlashi, amaliy kompetensiyasi va individual rivojlanishini qo'llab-quvvatlovchi pedagogik tizimga aylantiradi.

Shu asosda kelgusidagi tadqiqotlarda immersiv texnologiyalarning turli fanlar va ta'lim bosqichlaridagi samaradorligini qiyosiy-eksperimental o'rganish, immersiv o'quv ssenariylarini loyihalashning fanlar kesimidagi modellari ishlab chiqish, individual ta'lim trayektoriyalarini avtomatik shakllantirish mexanizmlarini takomillashtirish hamda immersiv ta'lim natijalarini baholashning ishonchli mezonlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy yo'nalishlar sifatida belgilanadi.

& Education. – 2023. – Vol. 194. – Article 104701. – DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104701.

9. Garzón J., Kinshuk, Baldiris S., Gutiérrez J., Pavón J. How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis // Educational Research Review. – 2020. – Vol. 31. – Article 100334. – DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100334.

10. Chang H.-Y., Binali T., Liang J.-C., Chiou G.-L., Cheng K.-H., Lee S.W.-Y., Tsai C.-C. Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact // Computers & Education. – 2022. – Vol. 191. – Article 104641. – DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104641.

11. Sakr A., Abdullah T. Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: a systematic review // Education and Information Technologies. – 2024. – Vol. 29. – P. 19913–19962. – DOI: 10.1007/s10639-024-12602-5.

12. Balalle H. Learning beyond realities: exploring virtual reality, augmented reality, and mixed reality in higher education – a systematic literature review // Discover Education. – 2025. – Vol. 4. – Article 151. – DOI: 10.1007/s44217-025-00559-7.

13. Integrating immersive technologies with STEM education: a systematic review // Frontiers in Education. – 2024. – DOI: 10.3389/feduc.2024.1410163.

14. Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: a systematic review of findings // Computers & Education: X Reality. – 2024. – Vol. 4. – Article 100053. – DOI: 10.1016/j.cexr.2024.100053.

15. A systematic review of evidence-based design and pedagogical principles in educational virtual reality environments // Computers & Education: X Reality. – 2025.