

## VIRTUAL LABORATORIYA VOSITASIDA BO‘LAJAK FARMATSEVTLARNING BIOKIMYOVIY TAHLIL KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH

**Mamadaliyeva Zarina Raxmat qizi**  
Samarqand davlat tibbiyot universiteti o‘qituvchisi

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.23564985>

**Annotatsiya:** Ushbu tezisda farmatsiya yo‘nalishi talabalarining biokimyoviy tahlil kompetensiyalarini virtual laboratoriya orqali rivojlantirishning metodik imkoniyatlari tadqiq etiladi. Ilmiy manbalarni tahlil qilish asosida virtual tajribalarni loyihalash, biokimyoviy ko‘rsatkichlarni sharhlash, xatolarni aniqlash va natijalarni kasbiy vaziyatlarda qo‘llashga yo‘naltirilgan o‘quv yondashuvi ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv kompetensiyani nazariy bilim, tajriba amallarini rejalashtirish, analitik tafakkur va refleksiv baholashning o‘zaro bog‘liq tizimi sifatida talqin qiladi. Ishda amaliy tatbiq etish shartlari va empirik tekshiruv zarurati ham ko‘rsatiladi.

**Kalit so‘zlar:** virtual laboratoriya, biokimyo, farmatsiya ta’limi, biokimyoviy tahlil, kasbiy kompetensiya, simulyatsiya, diagnostika, refleksiya.

**Abstract:** This thesis explores the methodological potential of using virtual laboratories to develop biochemical analysis competencies among pharmacy students. Based on an analysis of scientific sources, a learning approach has been developed to design virtual experiments, interpret biochemical indicators, identify errors, and apply results in professional contexts. The proposed approach conceptualizes competence as an interconnected system comprising theoretical knowledge, experimental procedure planning, analytical thinking, and reflective assessment. The study also identifies the conditions required for practical implementation and highlights the need for empirical validation.

**Keywords:** virtual laboratory, biochemistry, pharmacy education, biochemical analysis, professional competence, simulation, diagnostics, reflection.

Bo‘lajak farmatsevtlar uchun biokimyoviy tahlil faqat laboratoriya ko‘rsatkichlarini hisoblash bilan cheklanmaydi. Ushbu faoliyat namunaning xususiyatini hisobga olish, mos tahlil usulini tanlash, kuzatilgan o‘zgarishlarni molekulyar jarayonlar bilan bog‘lash va natijaning ishonchliligini baholashni ham talab etadi. An‘anaviy mashg‘ulotlarda reaktivlar, asboblari va vaqtning cheklanganligi murakkab tajribalarni takrorlash imkoniyatini kamaytirishi mumkin. Virtual laboratoriya esa jarayonlarni boshqariladigan muhitda takror sinashga, noto‘g‘ri qarorlarning oqibatini ko‘rishga va tahlil bosqichlarini qayta o‘zlashtirishga yordam beradi. De Jong, Linn va Zacharia [1] virtual hamda fizik laboratoriyalarning o‘zaro to‘ldiruvchi xususiyatlarini ko‘rsatgan. Tadqiqotning maqsadi farmatsiya talabalarida biokimyoviy tahlil kompetensiyalarini rivojlantirishga yo‘naltirilgan virtual laboratoriya mashg‘ulotlarining mazmuni, ketma-ketligi va baholash mezonlarini ilmiy-metodik jihatdan asoslashdan iborat.

Tadqiqotda ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish, pedagogik modellashtirish va kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan metodik umumlashtirish usullari qo‘llanildi. Virtual laboratoriyalarning ta’limiy imkoniyatlariga bag‘ishlangan ishlar farmatsiya mutaxassisligiga xos

biokimyoviy vazifalar bilan solishtirildi. Kompetensiyaning tarkibi laboratoriya jarayonini tushunish, tajriba algoritmini tuzish, natijani matematik va biologik jihatdan sharhlash hamda faoliyatga tanqidiy munosabat bildirish orqali aniqlashtirildi. Mashg’ulot modeli fermentlar faolligi va qondagi glyukoza miqdorini laboratoriya usulida aniqlash kabi o’quv vaziyatlari asosida loyihalashtirildi.

Kompetensiyalarni operatsion tavsiflashda har bir faoliyat uchun kuzatiladigan harakat va uni tasdiqlovchi dalil o’zaro moslashtirildi. Tahlilning mezoni sifatida topshiriqning kasbiy ahamiyati, virtual muhitdagi qayta bajarilish imkoniyati va natijani mustaqil tekshirish qulayligi qabul qilindi. Shu asosda dastlabki diagnostika, boshqariladigan virtual tajriba, mustaqil tahlil va yakuniy refleksiyaning qamrab olgan mashg’ulot ssenariysi ishlab chiqildi. Ushbu ish konseptual-metodik izlanish bo’lib, unda muallif tomonidan o’tkazilgan tajriba-sinov yoki statistik samaradorlik natijalari da’vo qilinmaydi.

Manbalar tahlili asosida biokimyoviy tahlil kompetensiyasini rivojlantirishning asosiy didaktik omili virtual tajribani aniq kasbiy vazifa bilan bog’lash ekani belgilandi. Mashg’ulot boshida talaba tekshirilayotgan ko’rsatkichning biokimyoviy mohiyatini tushuntiradi va kutilayotgan natija haqida gipoteza ilgari suradi. So’ng reaktiv yoki virtual namuna tanlaydi, nazorat hamda standart eritmalar vazifasini ajratadi va tahlil ketma-ketligini belgilaydi. Jarayon yakunida olingan qiymatni hisoblash bilan cheklanmasdan, uning ehtimoliy xato manbalarini ham izohlaydi. Natijada simulyatsiya amallarni mexanik takrorlash emas, kasbiy fikrlashni shakllantirish vositasiga aylanadi.

Masalan, glyukoza konsentratsiyasini aniqlash bo’yicha virtual mashg’ulotda talaba blank, standart va tekshirilayotgan namunaning vazifalarini farqlaydi. U optik zichlik natijalarini kalibrlash bog’lanishi bilan solishtirib, noma’lum namuna konsentratsiyasini hisoblaydi. Namunani noto’g’ri suyultirish yoki asbobni moslamaslik holati modellashtirilsa, talaba bunday xatolarning hisoblangan qiymatga ta’sirini tushuntiradi. Farmatsiya talabalari uchun ishlab chiqilgan mobil virtual laboratoriya bo’yicha tadqiqotda o’quvchilarning tajribani idrok etishi va o’z bilim ehtiyojlarini anglashiga oid ijobiy kuzatuvlar qayd etilgan [2].

Biokimyoviy qiymatga klinik ma’no berishda o’lchov birligi, referens oraliq va namunaning olinishi bilan bog’liq sharoitlar alohida tekshiriladi. Talaba laboratoriya natijasini yakka holda tashxisga aylantirmaslikni, uni boshqa ma’lumotlar bilan bog’lash zarurligini ham angelaydi. Bu natijani virtual vositaning barcha amaliy ko’nikmalarni mustaqil shakllantirishiga dalil sifatida talqin qilish to’g’ri bo’lmaydi.

Fermentativ reaksiya modellashtirilganda esa substrat konsentratsiyasi, pH va harorat alohida boshqariladi. Talaba o’zgaruvchilarni bir vaqtda almashtirish natijalarni izohlashni qiyinlashtirishini tushunadi, tajriba sharoitlarini nazorat qiladi va grafik ma’lumotdan ilmiy xulosa chiqaradi. Shu tariqa nazariy tushuncha tajriba dizayni bilan bog’lanadi. O’qituvchi dastlab yo’naltiruvchi savollar beradi, keyingi vazifalarda yordamni bosqichma-bosqich kamaytiradi.

Bir xil tajriba turli boshlang’ich parametrlar bilan qayta bajarilganda takroriy o’lchash va natijalarning tarqoqligini baholashga e’tibor qaratiladi. Talaba ideal modeldan olingan qiymat bilan real laboratoriyada kuzatilishi mumkin bo’lgan farq sabablarini ajratadi. Laboratoriya protokoli, elektron hisobot va refleksiv yozuvlar talabaning qaysi qarorni nima sababdan qabul qilganini ko’rsatadi.

Taklif etilgan baholash yondashuvida nazariy bilimning aniqligi, tajriba bosqichlarining mantiqiyliigi, hisoblash va grafik talqinning to‘g‘riligi, xatoni aniqlash hamda kasbiy xulosa chiqarish sifati birgalikda baholanadi. Masalan, hisoblangan konsentratsiya to‘g‘ri bo‘lsa-yu, namuna bilan ishlashdagi ehtimoliy xatolar izohlanmasa, natija to‘liq kompetensiyani ifodalamaydi. Kuzatuv rubrikasi talabani mustaqillik darajasi va qarorini dalil bilan asoslashini ham aks ettirishi lozim.

Kompetensiyaning rivojlanishini kuzatish uchun dastlabki va yakuniy o‘quv vazifalari mazmunan qiyoslanadigan bo‘lishi kerak. Talabadan oldindan tayyorlangan algoritmni bajarishgina emas, o‘zgargan sharoitda mos tahlil yo‘lini tanlash ham talab etiladi. Rubrikadan olingan baholar o‘qituvchi mulohazalari va yozma dalillar bilan asoslanishi, baholovchilar esa mezonlarning bir xil talqinini kelishib olishi maqsadga muvofiq. Bu yondashuv bilimni tekshirish bilan amaliy muammoni hal qilish qobiliyatini baholash o‘rtasidagi tafovutni kamaytiradi.

Virtual laboratoriyani real amaliyot bilan birlashtirish muhim: u murakkab jarayonni xavfsiz mashq qildirishga xizmat qilsa-da, pipetkalash, biomaterial xavfsizligi va o‘lchash asboblariidan foydalanishdagi jismoniy ko‘nikmalarni to‘liq almashtirmaydi. Brinson [3] laboratoriya formatlarini taqqoslagan tadqiqotlarda ko‘plab ijobiy o‘quv natijalarini umumlashtirgan, biroq baholangan kompetensiya turini farqlash zarur. Farmakokinetika bo‘yicha 2026-yilda e‘lon qilingan tadqiqotda virtual tayyorgarlikning real laboratoriya amaliyoti bilan uyg‘unlashuvi ijobiy natijalar bergan [4]. Shunga qaramay, virtual muhitning ko‘rgazmaliligi har doim o‘rganish sifatini oshirmaydi; ortiqcha axborot kognitiv yuklamani kuchaytirishi mumkin [5].

Raqamli platformaning mavjudligi ham teng o‘quv imkoniyatini kafolatlamaydi. Internet sifati, qurilma imkoniyatlari va talabalarning raqamli savodxonligi turlicha bo‘lgani uchun muqobil kirish yo‘llari hamda qisqa texnik yo‘riqnomalar zarur. Nazorat qilinmagan bunday omillar baholashda talabani biokimyoviy bilimini emas, texnik sharoitini aks ettirib qo‘yishi mumkin. Shu bois simulyatsiya murakkabligi talabalar tayyorgarligiga moslashtirilishi lozim.

Virtual laboratoriya bo‘lajak farmatsevtlarda biokimyoviy tahlil kompetensiyalarini rivojlantirish uchun nazariy bilim, tajriba dizayni, analitik hisoblash va tanqidiy refleksiyaning yagona faoliyatga birlashtirish imkonini beradi. Bunda kasbiy mazmunga asoslangan topshiriqlar, o‘qituvchi rahbarligi, xatolarni tahlil qilish va mezonli baholash hal qiluvchi ahamiyatga ega. Taklif etilgan metodik yondashuv real laboratoriya bilan uyg‘unlashganda maqsadga muvofiqdir. Uning samaradorligini aniqlash uchun kelgusida tajriba va nazorat guruhlarida amaliy ko‘nikmalarni bir xil rubrika asosida baholash zarur.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. De Jong T., Linn M. C., Zacharia Z. C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education // Science. — 2013. — Vol. 340, No. 6130. — P. 305–308. — DOI: 10.1126/science.1230579.
2. Nik Najhannor N. A. Q., Mohd Fauzi N., Talip B. A. [et al.]. Impact of a Newly Developed 2D Mobile-Based Virtual Laboratory Simulation for Blood Glucose Level Measurement on Pharmacy Students’ Learning Experience // Biochemistry and Molecular Biology Education. — 2025. — Vol. 53, No. 3. — P. 265–273. — DOI: 10.1002/bmb.21893.
3. Brinson J. R. Learning Outcome Achievement in Non-traditional (Virtual and Remote) Versus Traditional (Hands-on) Laboratories: A Review of the Empirical Research //

- Computers & Education. — 2015. — Vol. 87. — P. 218–237. — DOI: 10.1016/j.compedu.2015.07.003.
4. Hu X., Liu J., Wang J. Effectiveness of Virtual Simulation-Based Pre-Learning and the Mediating Role of Metacognition in Pharmacokinetics Laboratory Education // BMC Medical Education. — 2026. — Vol. 26. — Article 192. — DOI: 10.1186/s12909-025-08559-9.
  5. Makransky G., Terkildsen T. S., Mayer R. E. Adding Immersive Virtual Reality to a Science Lab Simulation Causes More Presence but Less Learning // Learning and Instruction. — 2019. — Vol. 60. — P. 225–236. — DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007.