



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI



VOL.3 № 1

2026

DASTURLASH FANINI O'QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYALARNING O'RNI VA AHAMIYATI

Babayev Sirojiddin Saidkamolovich
Osiyo Xalqaro universiteti, magistrant

Annotatsiya

Mazkur maqolada oliy ta'lim muassasalarida dasturlash fanini o'qitish jarayonida virtual laboratoriyalardan foydalanishning dolzarbligi, ularning ta'lim jarayonidagi o'rni hamda pedagogik ahamiyati keng yoritilgan. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi sharoitida zamonaviy mutaxassislarini tayyorlashda ta'lim jarayoniga innovatsion yondashuvlarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, axborot tizimlari va texnologiyalari yo'nalishi talabalarini tayyorlashda dasturlash fanini samarali o'qitish uchun amaliy mashg'ulotlarning sifati hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Maqolada virtual laboratoriya tushunchasining mohiyati ochib berilib, an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlariga nisbatan ustun jihatlari tahlil qilingan. Jumladan, virtual laboratoriyalarning vaqt va makon bilan bog'liq cheklovlarni bartaraf etishi, talabalarning mustaqil ta'lim olish imkoniyatlarini kengaytirishi hamda amaliy ko'nikmalarni shakllantirishdagi samaradorligi asoslab berilgan. Shuningdek, dasturlash fanida virtual laboratoriyalardan foydalanish orqali talabalarda algoritmik fikrlash, muammolarni tahlil qilish va dasturiy yechimlar ishlab chiqish kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari virtual laboratoriyalarni o'quv jarayoniga joriy etish ta'lim sifatini oshirishga xizmat qilishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: virtual laboratoriya, dasturlash fanini o'qitish, raqamli ta'lim, amaliy mashg'ulotlar, axborot texnologiyalari, masofaviy ta'lim, ta'lim jarayoni-ning samaradorligi.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В ОБУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ»

Бабаев Сирожиддин Саидкамолевич
магистрант, международный университет Осиё

Аннотация

В статье всесторонне освещаются актуальность использования виртуальных лабораторий в процессе преподавания дисциплины «Программирование» в высших образовательных учреждениях, их место в учебном процессе и педагогическая значимость. В условиях стремительного развития информационно-коммуникационных технологий внедрение инновационных подходов в образование приобретает особую важность для подготовки современных специалистов. Особенно в подготовке студентов направления «Информационные системы и технологии» качество практических занятий является одним из решающих факторов эффективности обучения программированию. В работе раскрывается сущность понятия «виртуальная лаборатория» и анализируются её преимущества по сравнению с традиционными лабораторными занятиями. В частности, обосновывается, что виртуальные лаборатории снимают ограничения, связанные со временем и пространством, расширяют возможности самостоятельного обучения студентов и повышают результативность формирования практических навыков. Также рассматриваются возможности развития у студентов алгоритмического мышления, навыков анализа проблем и разработки программных решений посредством использования виртуальных лабораторий при изучении программирования. Полученные результаты свидетельствуют о том, что внедрение виртуальных лабораторий в учебный процесс способствует повышению качества образования.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, обучение программированию, цифровое образование, практические занятия, информационные технологии, дистанционное обучение, эффективность образовательного процесса.

THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF VIRTUAL LABORATORIES IN TEACHING PROGRAMMING

Babayev Sirojiddin Saidkamolovich
Master's student, Asia International University

Abstract

This article highlights the relevance of using virtual laboratories in teaching programming in higher education institutions, as well as their role in the learning process and pedagogical significance. In the context of rapid development of information and communication technologies, implementing innovative approaches in education is crucial for training modern specialists. In particular, for students majoring in Information Systems and Technologies, the quality of practical classes is one of the key factors ensuring effective programming instruction. The paper explains the concept of a virtual laboratory and analyzes its advantages compared to traditional laboratory sessions. Specifically, it is argued that virtual laboratories eliminate time- and location-related constraints, expand students' opportunities for independent learning, and increase the effectiveness of developing practical skills. In addition, the study considers how virtual laboratories can support the development of students' algorithmic thinking, problem analysis skills, and the ability to design software solutions in programming courses. The findings indicate that integrating virtual laboratories into the educational process contributes to improving the overall quality of education.

Keywords: virtual laboratory, programming education, digital learning, practical classes, information technologies, distance learning, educational effectiveness.

Kirish. Bugungi kunda jamiyatning barcha sohalarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi ta'lim tizimida ham tub o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Oliy ta'lim muassasalarida raqamli texnologiyalar asosida ta'lim jarayonini tashkil etish, o'quv mashg'ulotlarining mazmunini zamonaviy talablarga moslashtirish hamda bo'lajak mutaxassislarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Xususan, axborot tizimlari va texnologiyalari yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun dasturlash fanini yuqori saviyada o'qitish zamonaviy mehnat bozori talablariga mos kadrlar tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Dasturlash fani nazariy bilimlar bilan bir qatorda kuchli amaliy tayyorgarlikni talab etuvchi fanlardan biridir. Talabalarda algoritmik fikrlash, muammolarni tahlil qilish, dasturiy yechimlar ishlab chiqish va ularni amaliyotda qo'llash ko'nikmalarini shakllantirish bevosita laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar samaradorligiga bog'liq. Biroq an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etishda texnik jihozlarning yetishmasligi, dasturiy ta'minotni o'rnatish bilan bog'liq murakkabliklar, vaqt va joy bilan bog'liq cheklovlar hamda barcha talabalar uchun teng sharoit yaratish muammolari yuzaga kelmoqda. Ushbu omillar dasturlash fanini o'qitish jarayonida ta'lim sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Mazkur muammolarni bartaraf etish maqsadida ta'lim jarayoniga virtual laboratoriyalarni joriy etish zamonaviy va samarali yechimlardan biri sifatida qaralmoqda. Virtual laboratoriyalar yordamida talabalar dasturlash bo'yicha amaliy topshiriqlarni masofadan turib bajarish, kod yozish va tahlil qilish, xatolarni aniqlash hamda bilimlarini mustaqil ravishda mustahkamlash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu esa nafaqat ta'lim jarayonining uzluksizligini ta'minlaydi, balki talabalarning mustaqil ta'lim olishga bo'lgan qiziqishini ham oshiradi.

Shu bois, dasturlash fanini o'qitishda virtual laboratoriyalarning o'rni va ahamiyatini ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilish, ularning pedagogik imkoniyatlarini o'rganish hamda ta'lim

jarayoniga joriy etish istiqbollarini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ushbu maqolada aynan shu masalalar yoritilib, virtual laboratoriyalardan foydalanish orqali dasturlash fanini o'qitish samaradorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Virtual laboratoriya tushunchasi va uning ta'limdagi o'rni. Virtual laboratoriya zamonaviy raqamli ta'lim texnologiyalarining muhim tarkibiy qismi sifatida shakllanib bormoqda. U axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, kompyuter modellash-tirish va veb-platformalar asosida yaratilgan interaktiv o'quv tizimi bo'lib, real laboratoriya mashg'ulotlarini virtual muhitda amalga oshirish imkonini beradi. Shu tarzda, talabalar laboratoriya ishlarini an'anaviy auditoriya sharoitidan tashqarida, masofadan turib bajarish va o'z bilimlarini mustahkamlash imkoniyatiga ega bo'ladi.

Virtual laboratoriyalarning rivojlanishi ta'lim tizimida yuzaga kelayotgan qator muammolarni bartaraf etishga qaratilgan. An'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarida moddiy-texnik baza yetishmasligi, qimmat uskunalardan foydalanish zarurati, laboratoriya xonalarining cheklanganligi va vaqt bilan bog'liq cheklovlar ta'lim jarayonining samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Virtual laboratoriyalar esa ushbu cheklovlarni kamaytirib, barcha talabalar uchun teng va qulay sharoit yaratadi.

Ta'lim jarayonida virtual laboratoriyalar nafaqat texnik vosita, balki pedagogik jihatdan samarali vosita sifatida muhim o'rin egallaydi. Ular yordamida talabalar nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg'unlashtiradi. Virtual muhitda tajribalar o'tkazish jarayonida talabalarda mustaqil fikrlash, muammolarni tahlil qilish va qaror qabul qilish ko'nikmalari shakllanadi, bu esa kompetensiyaviy yondashuv asosida mutaxassislar tayyorlashga xizmat qiladi.

Shuningdek, virtual laboratoriyalar ta'lim jarayonining moslashuvchanligini oshiradi. Talabalar laboratoriya ishlarini o'zlariga qulay vaqtda, individual sur'atda bajarishi mumkin. Bu nafaqat ularning motivatsiyasini oshiradi, balki mustaqil ta'lim olish ko'nikmalarini rivojlantiradi. O'qituvchilar uchun esa virtual laboratoriyalar o'quv jarayonini nazorat qilish, talabalar faoliyatini tahlil qilish va baholashni avtomatlashtirish imkonini beradi, bu pedagogik jarayonni samarali va boshqariladigan qiladi.

Dasturlash fanining o'ziga xos xususiyatlari va amaliy mashg'ulotlar ahamiyati. Dasturlash fani boshqa tabiiy va texnik fanlardan o'ziga xos xususiyatlari bilan ajralib turadi. U nafaqat nazariy bilimlarni, balki kuchli amaliy tayyorgarlikni talab qiladi. Talabalar algoritmik fikrlashni rivojlantirish, murakkab muammolarni tahlil qilish va optimal yechimlar ishlab chiqish ko'nikmalarini egallashadi, bu esa fan doimiy ravishda nazariya va amaliyotni uyg'unlashtirishni talab qilishini ko'rsatadi.

Amaliy mashg'ulotlar dasturlash fanida markaziy o'rin tutadi. Talabalar kod yozish, dasturiy modullar yaratish, xatolarni aniqlash va tuzatish jarayonida nafaqat dasturlash tillarini o'rganadi, balki mantiqiy fikrlash va algoritmik yechimlarni ishlab chiqish ko'nikmalarini mustahkamlaydi. An'anaviy auditoriya mashg'ulotlarida esa bu jarayonlar ko'pincha vaqt va texnik vositalar bilan cheklangan bo'ladi, shuning uchun barcha talabalar uchun teng sharoit yaratish qiyin bo'ladi.

Dasturlash fanining yana bir o'ziga xos jihati shundaki, u doimiy amaliy mashg'ulotlarni talab qiladi. Nazariy bilimlar faqat mustaqil kod yozish va real masalalarni yechish jarayonida to'liq o'zlashtiriladi. Agar talaba amaliy mashg'ulotlarda faol qatnashmasa, nazariy bilimlarni samarali o'zlashtira olmaydi. Shu sababli, amaliy mashg'ulotlar fan samaradorligini belgilovchi asosiy mezonlardan biri hisoblanadi.

Virtual laboratoriyalarni joriy etish esa amaliy mashg'ulotlarning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Talabalar individual sur'atda mashg'ulotlarni bajaradi, kodni yozish va tekshirish jarayonida xatolarni mustaqil aniqlaydi hamda turli darajadagi dasturlash masalalarini yechish orqali bilimlarini mustahkamlaydi. Shu tarzda, virtual laboratoriyalar amaliy

ko'nikmalarni chuqurroq shakllantiradi va talabalarning mustaqil ishlash hamda muammolarni yechish salohiyatini oshiradi.

Dasturlash fanida virtual laboratoriyalardan foydalanish imkoniyatlari. Dasturlash fanini o'qitishda virtual laboratoriyalar talabalarga keng imkoniyatlar yaratadi va amaliy mashg'ulotlarning sifatini sezilarli darajada oshiradi. Ular nafaqat kod yozish va kompilyatsiya jarayonini ta'minlaydi, balki nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg'unlashtirish, algoritmik fikrlashni rivojlantirish va murakkab muammolarni tahlil qilish imkonini beradi.

Virtual laboratoriyalar bir nechta funksional komponentlardan iborat bo'lib, ular o'quv jarayonini samarali va interaktiv qiladi. Kod yozish va tahrirlash muhiti talabalar uchun qulay interfeys, rangli sintaksis ajratish va avtomatik formatlash kabi imkoniyatlarni taqdim etadi. Bu esa kod yozish jarayonini osonlashtiradi va talabalarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Avtomatik tekshiruv va baholash tizimi talabalar topshiriqlarini tez va shaffof tarzda tekshiradi, xatolarni aniqlaydi va natijani baholaydi. Shu orqali o'qituvchining yuklamasi kamayadi va talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalari mustahkamlanadi. Ba'zi laboratoriyalar xatolarni tahlil qilish va maslahat berish moduli bilan jihozlangan bo'lib, talabalarga koddagi xatolarni aniqlash va ularni tuzatish bo'yicha tavsiyalar beradi, bu esa mustaqil fikrlashni rivojlantiradi.

Virtual laboratoriyalar masofaviy foydalanish imkonini ham taqdim etadi. Internet orqali ishlash talabalarga mashg'ulotlarni auditoriyadan tashqarida bajarish va o'qituvchilar bilan real vaqt rejimida aloqa qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, ular masofaviy ta'limni rivojlantirish va qulay o'quv sharoiti yaratishga xizmat qiladi.

Amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish nuqtai nazaridan, virtual laboratoriyalar turli darajadagi dasturlash masalalarini yechish, algoritmlarni loyihalash, kodni optimallashtirish va testlash orqali talabalarga real dunyo sharoitida zarur bo'lgan tajribani beradi. Bu esa ularni kelajakdagi professional faoliyatga tayyorlaydi.

Pedagogik jihatdan virtual laboratoriyalar bir qator afzalliklarga ega: ular talabalarni mustaqil ishlashga o'rgatadi, bilimlarni o'zlashtirish sur'atini individual boshqarishga imkon beradi, interaktivlik va motivatsiyani oshiradi hamda o'qituvchilar uchun laboratoriya ishlarini kuzatish va baholash jarayonini soddalashtiradi. Shu bilan birga, kodlash jarayonidagi tajribalar xavfsiz muhitda amalga oshiriladi, ya'ni talabaning xatolari real tizimga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi. Bu esa ayniqsa yangi dasturlash tillarini o'rganayotgan talabalar uchun muhimdir.

Virtual laboratoriyalarning pedagogik afzalliklari. Virtual laboratoriyalar talabalarni topshiriqlarni mustaqil bajarishga rag'batlantiradi. Talabalar o'z sur'atiga mos ravishda mashg'ulotlarni bajaradi, xatolarni aniqlaydi va ularni tuzatadi. Shu jarayon orqali amaliy ko'nikmalar mustahkamlanadi, talabalarda mustaqil fikrlash va mas'uliyat hissi rivojlanadi. Bu pedagogik jihatdan talabaning faolligi va o'z bilimini sinovdan o'tkazishi uchun qulay muhit yaratadi.

Virtual laboratoriyalar murakkab dasturlash masalalarini bosqichma-bosqich yechish orqali talabalarning algoritmik va mantiqiy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradi. Kod yozish va uni tekshirish jarayoni tahlil qilish, muammolarni aniqlash va yechimlar ishlab chiqish kabi analitik ko'nikmalarni mustahkamlaydi. Shu bilan birga, talabalarning kelajakdagi professional faoliyati uchun poydevor yaratiladi. Virtual laboratoriyalar talabalarga o'z bilim darajasi va o'rganish sur'atiga mos topshiriqlarni bajarish imkonini beradi. Bu o'qituvchilarga har bir talabani individual tarzda kuzatish va qo'llab-quvvatlash imkoniyatini yaratadi. Natijada, ta'lim jarayoni individual yondashuvga asoslanadi va talabalarning bilim darajasi samarali tarzda tenglashtiriladi.

Interaktiv va amaliy yo'nalishga ega virtual laboratoriyalar talabalarda ta'lim jarayoniga qiziqishni oshiradi. Talabalar real dunyo masalalarini yechish orqali bilimlarini qo'llash imkoniyatiga ega bo'ladi. O'z-o'zini baholash va avtomatik natijalarni ko'rish imkoniyati esa o'quv motivatsiyasini kuchaytiradi va talabalarning faol ishtirokini rag'batlantiradi.

Avtomatik baholash tizimlari va xatolarni aniqlash modullari o'qituvchi yuklamasini kamaytiradi, vaqtni tejaydi va ta'lim jarayonini samarali qiladi. Shu bilan birga, o'qituvchilar talabalarni individual ehtiyojlariga mos ravishda qo'llab-quvvatlash imkoniga ega bo'ladi, pedagogik jarayon yanada shaffof va boshqariladigan bo'ladi. Virtual laboratoriyalar talabalarga xatolarni xavfsiz muhitda amalga oshirish imkonini beradi. Koddagi xatolar real tizimga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi, bu esa o'rganish jarayonini stresssiz va ishonchli qiladi. Shu tariqa, pedagogik jarayon ham xavfsiz, ham samarali bo'ladi.

Virtual laboratoriyalarni joriy etishning istiqbollari. Oliy ta'limda dasturlash fanini o'qitishda virtual laboratoriyalar ta'lim sifatini oshirish va zamonaviy kadrlar tayyorlashda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Texnologiyalar rivojlanishi ta'lim jarayonida innovatsion yondashuvlarni talab qiladi. Virtual laboratoriyalar amaliy mashg'ulotlarni samarali tashkil etish bilan birga talabalarning raqamli va kasbiy kompetensiyalarini kengaytiradi.

Kelajakda ular bulutli texnologiyalar orqali yanada rivojlanadi, bu esa talabalarga va o'qituvchilarga o'quv materiallariga istalgan vaqtda va joydan kirish imkonini beradi hamda laboratoriya ishlarini avtomatlashtirish, kodni saqlash va baholash jarayonini soddalashtiradi. Sun'iy intellekt modullari yordamida kod yozish jarayoni tahlil qilinib, xatolar aniqlanadi va individual tavsiyalar beriladi, bu esa talabalarning mustaqil o'rganish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Virtual laboratoriyalar masofaviy va aralash ta'limni qo'llab-quvvatlaydi, talabalarga dars mashg'ulotlarini auditoriyadan tashqarida bajarish hamda o'qituvchilar bilan onlayn muloqot qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, ular o'quv jarayonini xalqaro standartlarga moslashtirish, avtomatik baholash tizimlari orqali bilimlarni tekshirish va global resurslardan foydalanish imkonini yaratadi.

Shuningdek, virtual laboratoriyalar innovatsion o'quv dasturlarini ishlab chiqish va algoritm loyihalash, testlash, optimallashtirish hamda real dunyo muammolarini yechish ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Kelajakda ular fanlararo integratsiyani rivojlantiradi, masalan, dasturlashni matematika, fizika yoki muhandislik fanlari bilan bog'lab amaliy mashg'ulotlar tashkil etish mumkin bo'ladi. Shu bilan birga, mobil ilovalar va interaktiv qurilmalar orqali laboratoriyalarni kengaytirish o'quv jarayonini yanada moslashuvchan va qulay qiladi.

XULOSA. Mazkur maqolada dasturlash fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanishning ahamiyati, pedagogik imkoniyatlari va istiqbollari batafsil tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalar ta'lim jarayonini samarali va interaktiv tarzda tashkil etish, talabalarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish hamda algoritmik va mantiqiy fikrlash salohiyatini oshirish imkonini beradi.

Virtual laboratoriyalar nafaqat amaliy mashg'ulotlarning sifatini oshiradi, balki talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalarini shakllantiradi, ta'lim jarayonini individuallashtiradi va motivatsiyasini kuchaytiradi. Shuningdek, ular o'qituvchilarga talabalar faoliyatini kuzatish, tahlil qilish va baholash jarayonini avtomatlashtirish imkoniyatini beradi. Shu tariqa, virtual laboratoriyalar ta'lim jarayonining har tomonlama samarali va shaffof bo'lishiga xizmat qiladi.

Maqolada ta'kidlanganidek, dasturlash fanini o'qitishda virtual laboratoriyalarni joriy etish bir qator istiqbolli yo'nalishlarni ochadi. Bulutli texnologiyalar va veb-platformalardan foydalanish, sun'iy intellekt modullarini integratsiya qilish, masofaviy va aralash ta'limni rivojlantirish, shuningdek, o'quv dasturlarini xalqaro standartlarga moslashtirish imkoniyatlari mavjud. Bu esa oliy ta'lim muassasalarida raqobatbardosh, yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, virtual laboratoriyalar zamonaviy ta'limning ajralmas qismi sifatida qaraladi. Ularni dasturlash fanini o'qitish jarayoniga joriy etish nafaqat amaliy va pedagogik jihatdan samarali, balki talabalarning kasbiy va raqamli kompetensiyalarini rivojlantirishga, shuningdek, oliy ta'lim sifatini yangi bosqichga olib chiqishga xizmat qiladi. Shu

sababli, oliy ta'lim muassasalarida virtual laboratoriyalarni keng joriy etish va ulardan tizimli foydalanish kelajakdagi pedagogik innovatsiyalar va ta'lim sifatini oshirishning muhim yo'nalishi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qilichev S.T. Virtual laboratoriyalar va ularning ta'lim tizimidagi ahamiyati. Guliston davlat universiteti ilmiy jurnali, 2025.
2. Shomurodova M.Z. Axborot texnologiyalariga asoslangan virtual laboratoriyalarning didaktik va amaliy ahamiyati. Pedagogik tadqiqotlar jurnali, 2025.
3. Nuritdinova G.T. "Veb dasturlash" fanini o'qitishda raqamli ta'lim texnologiyalaridan foydalanish. O'zbekistonda ilmiy tadqiqotlar konferensiyasi jarayoni, 2025.
4. Lutpillayeva M. Kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyaning o'rni. Ta'lim va taraqqiyot, 2025.
5. Raimkulova Y. Tabiiy fanlarni o'qitishda virtual laboratoriyalar va simulyatsiya texnologiyalarining o'quv samaradorligiga ta'siri. Modern Science and Research, 2025.
6. Ma J., & Nickerson, J.V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. ACM Computing Surveys, 38(3), 2006.
7. Jong T. de, Linn, M.C., & Zacharia, Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education. Science, 340(6130), 2013.
8. Clark R.C., & Mayer R.E. E-learning and the Science of Instruction. Wiley, 2016.
9. Kuo M., & Yen J. The effectiveness of virtual laboratories in programming education: A review. International Journal of Education and Development using ICT, 11(2), 2015.
10. UNESCO. Digital Education and Virtual Laboratories: Trends and Recommendations. Paris: UNESCO, 2021.