(6). To‘xtaxodjayeva M.X. Pedagogika: oliy ta’lim muassasalari uchun darslik. Toshkent, O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2010.
(7). Juraev R.X., Tolipov O‘.Q. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. Toshkent, “Iqtisod-moliya’, 2012.

Payzullayeva Xilola Ro‘zimbayevna (Urganch davlat Pedagogika instituti “Fizika va astronomiya” kafedrasi stajyor o‘qituvchi, UrDPI doktoranti; E-mail: payzullayevaxilola@gmail.com)

YARIMO‘TKAZGICHLAR FIZIKASINI O‘QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYALARNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI: NAZARIY TAHLIL

Annotatsiya. *Mazkur maqolada yarimo‘tkazgichlar fizikasini o‘qitishda virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlari nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot muammosi yarimo‘tkazgichlar fizikasi kabi abstrakt va mikroskopik jarayonlarga asoslangan fanlarni o‘qitishda an’anaviy laboratoriya ishlarining cheklanganligi va virtual laboratoriyalarning pedagogik salohiyatini tizimli baholash zarurati. Metodologik yondashuv sifatida didaktik tahlil, qiyosiy pedagogik tahlil va tizimli yondashuv usullari qo‘llanilgan. Asosiy natijalar: virtual laboratoriyalar yarimo‘tkazgichlar fizikasini o‘qitishda uchta asosiy didaktik funksiyani bajaradi vizuallashtirish (ko‘rinmas mikroskopik jarayonlarni ko‘rgazmali taqdim etish), xavfsiz tajriba o‘tkazish (qimmat va xavfli uskunalarsiz) va takrorlanuvchanlik (cheksiz marta qayta o‘tkazish imkoniyati).*

Kalit so‘zlar: *o‘zbek tilida: virtual laboratoriya, yarimo‘tkazgichlar fizikasi, didaktik imkoniyatlar, vizuallashtirish, kognitiv yuklama, raqamli ta’lim.*

Пайзуллаева Хилола Рузимбаевна (Ургенчский государственный педагогический институт, кафедра «Физика и астрономия», преподаватель-стажёр, докторант УрГПИ; E-mail: payzullayevaxilola@gmail.com)

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Аннотация*. В данной статье теоретически анализируются дидактические возможности виртуальных лабораторий в преподавании физики полупроводников. Проблема исследования ограниченность традиционных лабораторных работ при преподавании дисциплин, основанных на абстрактных и микроскопических процессах, таких как физика полупроводников, и необходимость системной оценки педагогического потенциала виртуальных лабораторий. В качестве методологического подхода использованы дидактический анализ, сравнительный педагогический анализ и системный подход. Основные результаты: виртуальные лаборатории выполняют три основные дидактические функции в преподавании физики полупроводников визуализацию (наглядное представление невидимых микроскопических процессов), безопасное проведение экспериментов (без дорогостоящего и опасного оборудования) и воспроизводимость (возможность неограниченного повторения).*

Ключевые слова: *виртуальная лаборатория, физика полупроводников, дидактические возможности, визуализация, когнитивная нагрузка, цифровое образование*

Payzullayeva Xilola Ro‘zimbayevna (Urganch State Pedagogical Institute, Department of “Physics and Astronomy”, Trainee-teacher; Doctoral student at UrSPI; E-mail: payzullayevaxilola@gmail.com)

DIDACTIC OPPORTUNITIES OF VIRTUAL LABORATORIES IN TEACHING SEMICONDUCTOR PHYSICS: A THEORETICAL ANALYSIS

Annotation*. This article provides a theoretical analysis of the didactic opportunities of virtual laboratories in teaching semiconductor physics. The research problem is the limitation of traditional laboratory work in teaching disciplines based on abstract and microscopic processes, such as semiconductor physics, and the need for a systematic assessment of the pedagogical potential of virtual laboratories. The methodological approach employs didactic analysis, comparative pedagogical analysis, and a systematic approach. Main results: virtual laboratories perform three main didactic functions in teaching semiconductor physics visualization (visual representation of invisible microscopic processes), safe experimentation (without expensive and dangerous equipment), and reproducibility (possibility of unlimited repetition).*

Keywords: *virtual laboratory, semiconductor physics, didactic opportunities, visualization, cognitive load, digital education.*

Kirish. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi zamonaviy elektronika, mikroelektronika va nanoteknologiyalarning nazariy asosi hisoblanadi. Mazkur fan doirasida o‘rganiladigan asosiy tushunchalar energetik zona-

lar tuzilishi, zaryad tashuvchilarning generatsiyasi va rekombinatsiyasi, p-n o‘tishning fizikaviy asoslari, drift va diffuziya oqimlari mikroskopik darajadagi kvant jarayonlariga asoslanadi [1;34-b.]. Ushbu jarayonlar bevosita kuzatilmaydi, chunki ular nanometr o‘lchamlarida va pikosekund vaqt oralig‘ida sodir bo‘ladi. Bu esa o‘quvchilarda to‘g‘ri psixik model shakllanishini qiyinlashtiradi [2;112-b.].

An’anaviy o‘qitish usullari, asosan, statik diagrammalar, matematik formulalar va matnli tushuntirishlarga tayanadi. Biroq yarimo‘tkazgichlar fizikasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, talabalar ko‘pincha asosiy tushunchalarni formal ravishda yodlaydilar, ammo ularning fizikaviy mazmunini chuqur anglamaydilar [3;78-b.]. Bu holat nafaqat O‘zbekistonda, balki xalqaro miqyosda ham kuzatiladi.

O‘zbekiston Respublikasida raqamli ta’lim muhitini rivojlantirish va fizika ta’limi sifatini oshirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri etib belgilangan. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi PQ-5032-qarori bilan fizika ta’limi sifatini oshirish va raqamli muhitni rivojlantirish strategik vazifalar sifatida tasdiqlangan [4;2-b.]. Shu nuqtayi nazardan, virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlarini ilmiy asosda o‘rganish dolzarb masala hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi o‘qitishdagi muammolar yarimo‘tkazgichlar fizikasi o‘qitish bo‘yicha ilmiy adabiyotlar tahlili uch asosiy muammoni aniqlaydi.

Birinchi muammo – abstraktlik va mikroskopiklik. Sze va Ng (2006) ta’kidlashlaricha, yarimo‘tkazgich asboblarining ishlash prinsipi kvant mexanikasi qonunlariga asoslanadi, bu esa o‘quvchilardan mavhum tafakkur darajasini talab qiladi [5;45-b.]. Talabalar elektronlarning zonalar orasidagi o‘tishini, kamba-g‘allashgan sohadagi zaryad tashuvchilar harakatini bevosita kuzata olmaydilar.

Ikkinchi muammo – laboratoriya uskunalarining cheklanganligi. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi bo‘yicha an’anaviy laboratoriya ishlari qimmat uskunalarni (spektrometrlar, kriostantlar, zond stansiyalari) talab qiladi. Ko‘pgina ta’lim muassasalari bunday uskunalar bilan ta’minlanmagan yoki ularning soni cheklangan [6;89-b.].

Uchinchi muammo – xavfsizlik va vaqt cheklovlari. Ba’zi tajribalar (masalan, yuqori kuchlanishli o‘lchovlar, past haroratli tajribalar) xavf tug‘diradi va uzoq vaqt talab qiladi. Bu esa o‘quv jarayonida ularni cheklangan miqdorda qo‘llashga majbur qiladi [7;156-b.].

Adabiyotlar tahlili asosida quyidagi bo‘shliqlar aniqlandi: virtual laboratoriyalarning umumiy didaktik imkoniyatlari yetarli darajada o‘rganilgan bo‘lsa-da, ularning yarimo‘tkazgichlar fizikasi kabi o‘ziga xos abstrakt fanlar doirasidagi imkoniyatlari tizimli tasniflanmagan. Mazkur tadqiqot ana shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot nazariy-tahliliy xarakterga ega bo‘lib, yarimo‘tkazgichlar fizikasini o‘qitishda virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlarini tizimli o‘rganishga qaratilgan.

Tadqiqotda bir nechta o‘zaro bog‘liq metodlardan foydalanildi. Didaktik tahlil metodi o‘quv vositalarining pedagogik funksiyalarini, ularning ta’lim maqsadlariga muvofiqligini va o‘quv jarayonidagi o‘rnini o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, bu metod yarimo‘tkazgichlar fizikasi o‘qitishda virtual laboratoriyalarning didaktik salohiyatini baholashda qo‘llanildi. Qiyosiy pedagogik tahlil metodi an’anaviy laboratoriya ishlari va virtual laboratoriyalarni turli mezonlar bo‘yicha taqqoslash imkonini berdi hamda har ikki yondashuvning kuchli va zaif jihatlarini aniqlashga yordam berdi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi bir nechta omillar bilan ta’minlandi: turli xil ilmiy manbalardan foydalanish, xalqaro va mahalliy tajribani qiyoslash, nazariy tahlilni amaliy tavsiyalar bilan bog‘lash. Shu bilan birga, tadqiqotning asosiy cheklovi shundaki, u nazariy-tahliliy xarakterga ega bo‘lib, empirik sinov o‘tkazilmagan. Bu esa kelgusidagi tadqiqotlar uchun asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Tahlil va natijalar. Mazkur tadqiqotda yarimo‘tkazgichlar fizikasini o‘qitishda virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlari nazariy jihatdan tahlil qilindi. Tahlil jarayonida avvalo an’anaviy laboratoriya ishlarining cheklovlari o‘rganildi, so‘ngra virtual laboratoriyalarning didaktik funksiyalari asoslandi va ularning tasniflash modeli ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijasida virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlarini tasniflashning uch darajali modeli ishlab chiqildi. Birinchi daraja – reprezentativ imkoniyatlar bo‘lib, u jarayonlarni ko‘rgazmali taqdim etishni qamrab oladi. Bu daraja virtual laboratoriyalarning eng asosiy funksiyasini – ko‘rinmas jarayonlarni ko‘rgazmali taqdim etishni o‘z ichiga oladi. Shu sababli virtual laboratoriyalar an’anaviy laboratoriyalarni to‘liq almashtirmasligi, balki ularni to‘ldirishi lozim.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda yarimo‘tkazgichlar fizikasini o‘qitishda virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlari nazariy jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarni shakllantirishga imkon berdi.

Yarimo‘tkazgichlar fizikasi o‘qitishda an’anaviy laboratoriya ishlari besh turdagi cheklovga ega: uskuna cheklovi (qimmat va noyob uskunalar zarurati), xavfsizlik cheklovi (yuqori kuchlanish, past harorat xavfi), vaqt cheklovi (tajriba uzoq davom etadi), takrorlanuvchanlik cheklovi (uskuna eskirishi, material sarfi) va kuzatish cheklovi (mikroskopik jarayonlar ko‘rinmaydi). Bu cheklovlar virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlarini alohida ahamiyatli qiladi.

Kelgusidagi tadqiqotlar uchun quyidagi yo‘nalishlar tavsiya etiladi: virtual laboratoriyalarning turli o‘quv darajalarida (bakalavriat, magistratura) ta’sirini empirik o‘rganish; sun’iy intellekt integratsiyalashgan virtual laboratoriyalarning didaktik imkoniyatlarini alohida tadqiq qilish; virtual laboratoriyalarning kognitiv yuklama va motivatsiyaga ta’sirini eksperimental o‘rganish; milliy ta’lim sharoitiga mos virtual laboratoriyalarni ishlab chiqish bo‘yicha amaliy loyihalar.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

(1). Sze S.M., Ng K.K. Physics of Semiconductor Devices. 3rd ed. New York, Wiley, 2006, 45 p.

(2). Kolasinski K.W. Physical Chemistry of Semiconductor Materials and Processes. Chichester, Wiley, 2015, 112 p.

(3). Ubaydullayev A. Raqamli ta’lim texnologiyalari. Toshkent, “Iqtisodiyot”, 2021, 78-bet.

(4). O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Fizika ta’limi sifatini oshirish va raqamli muhitni rivojlantirish” to‘g‘risidagi PQ-5032-qarori. Toshkent, 2021, 2-bet.

(5). Sze S.M., Ng K.K. Physics of Semiconductor Devices. 3rd ed. New York, Wiley, 2006, 45 p.

(6). Alimov R.X. Fizika o‘qitish metodikasi. Toshkent, “O‘qituvchi”, 2019, 89-bet.

(7). Mayer R.E. Multimedia Learning. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2009, 156 p.

(8). Sweller J. Cognitive Load Theory. New York, Springer, 2011, 23 p.

Raximova Nuquljon Yusupovna (CHDPU “Maktabgacha va boshlang‘ich ta’lim nazariyasi va amaliyoti” kafedrasi o‘qituvchisi; nuquljonraximova564@gmail.com)

BO‘LAJAK BOSHLANG‘ICH TA’LIM O‘QITUVCHILARIDA EKOPEDAGOGIK KOMPETENSIYALARNI RIVOJLANTIRISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Annotatsiya. *Mazkur maqolada bo‘lajak boshlang‘ich ta’lim o‘qituvchilarida ekopedagogik kompetensiyalarni rivojlantirish metodikasini takomillashtirishning mazmuni, metodlari va pedagogik texnologiyalari yoritilgan. Muammoli ta’lim, keys-stadi, loyiha metodi, STEAM, interaktiv va raqamli texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, mazkur metodlarning ekologik bilim, amaliy ko‘nikma, ekologik madaniyat va kasbiy mas’uliyatni rivojlantirishdagi ahamiyati asoslangan.*

Kalit so‘zlar: *ekopedagogika, ekopedagogik kompetensiya, bo‘lajak boshlang‘ich ta’lim o‘qituvchisi, ekologik ta’lim, ekologik madaniyat, kompetensiyaviy yondashuv, interfaol ta’lim, muammoli ta’lim, keys-stadi, loyiha metodi, STEAM, raqamli ta’lim, ekologik loyiha.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ ЭКОПЕДАГОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. *В статье раскрываются содержание, методы и педагогические технологии совершенствования методики развития экопедагогических компетенций у будущих учителей начального образования. Проанализированы возможности использования проблемного обучения, кейс-стади, проектного метода, STEAM, интерактивных и цифровых технологий. Обосновано значение данных методов в развитии экологических знаний, практических навыков, экологической культуры и профессиональной ответственности будущих учителей.*

Ключевые слова: *экопедагогика, экопедагогическая компетентность, будущий учитель начального образования, экологическое образование, экологическая культура, компетентностный подход, интерактивное обучение, проблемное обучение, кейс-стади, проектный метод, STEAM, цифровое образование, экологический проект.*

IMPROVING THE METHODOLOGY FOR DEVELOPING ECO-PEDAGOGICAL COMPETENCIES IN FUTURE PRIMARY EDUCATION TEACHERS

Annotation. *The article examines the content, methods, and pedagogical technologies for improving the methodology of developing ecopedagogical competencies among future primary school teachers. The study analyzes the potential of problem-based learning, case study, project-based learning, STEAM, interactive, and digital technologies. The importance of these methods in developing environmental knowledge, practical skills, ecological culture, and professional responsibility of future teachers is substantiated.*