



YARIMO'TKAZGICHLAR FIZIKASI BO'LIMINI O'QITISH MUAMMOLARI HAQIDA

XoliqovQurbonboy To'ychiyevich
Rajapov Jaxongir Alimbayevich

Samarqand davlat pedagogika instituti dotsenti,
tel: +998 (33) 017-82-30, Email: xoliqov1978@mail.ru.
TATU Samarqand filiali Tabiiy fanlar kafedrasida assistenti
Email: jahongirrajapov27@gmail.com Tel: +998(94) 900-25-05
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17369707>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 07-oktabr 2025 yil
Ma'qullandi: 11-oktabr 2025 yil
Nashr qilindi: 16-oktabr 2025 yil

KEYWORDS

yarimo'tkazgichlar fizikasi,
PhET, virtual laboratoriya,
Vašćák.cz, metrologik
yondashuv, energiya zonalari,
o'qitish metodikasi, elektronika,
tadqiqot kompetensiyasi,
STEAM..

ABSTRACT

Maqolada yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limini o'qitishning zamonaviy metodik asoslari, talabalarda ilmiy va texnik tafakkurni rivojlantirishda interaktiv, virtual va metrologik yondashuvlarning ahamiyati tahlil qilinadi. Virtual laboratoriyalar, turli fizikaga oid platformalar, shuningdek, informatizatsiyalashgan ta'lim tizimlari asosida yarimo'tkazgich jarayonlarini modellashtirish usullari yoritilgan. Tadqiqotda o'qitishning aralash (hands-on + virtual) modeli, diagnostik baholash, metrologik aniqlik tamoyili hamda talabalarda tadqiqot kompetensiyasini shakllantirish yo'llari ochib beriladi.

Bugungi kunda fizika ta'limining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri — yarimo'tkazgichlar fizikasini o'qitish metodikasini modernizatsiya qilishdir. Chunki yarimo'tkazgichlar — XXI asr texnologiyalarining yuragi hisoblanadi: ular mobil aloqa, kompyuter texnologiyalari, quyosh panellari, sun'iy intellekt modullari va energetika tizimlarining asosi bo'lib xizmat qiladi. Shu sababli bu bo'limni chuqur, ammo talabaga tushunarli shaklda o'qitish mamlakatning raqamli iqtisodiyoti va innovatsion ta'lim siyosati bilan bevosita bog'liqdir.

Shu jihatdan yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limi — raqamli laboratoriyalar, modellashtirish va o'lchov texnologiyalarini o'qitishga mos keladigan eng qulay soha hisoblanadi.

Yarimo'tkazgich jarayonlarini o'qitishda energiyaning zonaviy nazariyasi, elektron va kovak oqimlari, p-n o'tish, diod va tranzistorlarning ishlashi kabi tushunchalar murakkab bo'lganligi sababli, ularni an'anaviy usulda o'rgatish ko'p hollarda natija bermaydi. Shu sababli dars jarayoniga interaktiv modellashtirish, virtual laboratoriya, va metrologik o'lchov yondashuvini kiritish zarur bo'ladi.

Aadabiyotlar tahlili

Yarimo'tkazgichlar fizikasi (semiconductor physics) bugungi zamonda elektronika, mikro- va nanoelektronika, fotonika va kvant texnologiyalarining nazariy asosi hisoblanadi. Shu bois, bu bo'limni chuqur, lekin talabalar uchun tushunarli usulda o'qitish katta ahamiyatga ega. An'anaviy dars metodlari — faqat ma'ruza + matematik tushuntirish — ko'pincha talabalarda tushunmovchiliklarni keltirib chiqaradi, chunki elektron va kovak harakati,

diffuziya, drift, energiya zonalari kabi kontseptsiyalar ko'plab tushunarsiz modellarga olib kelishi mumkin.

Bundan tashqari, talabalarda yarimo'tkazgich fizikasi bo'yicha notog'ri tushunchalar (misconceptions) mavjudligi ham ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan — masalan, elektron oqimi va kovak oqimi yo'nalishlari, diffuziya va drift printsiplari o'rtasidagi farq, yoki bo'sh rezonans energiyasi tushunchasi bilan bog'liq chalkashliklar [1].

Xalqaro tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalar (simulyatsiyalar), interaktiv vizualizatsiyalar va aralash uslub (hands-on + virtual) yarimo'tkazgichlarni o'qitishda samarali bo'lishi mumkin [2]

Quyida bu metodlarni qanday tizimli tarzda joriy etish mumkinligi tahlil qilinadi. Yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limini o'qitish metodikasida samaradorlikni ta'minlash uchun ta'lim uslubini to'g'ri rejalashtirish, ilg'or pedagogik texnologiyalarni joriy etish, natijalarni doimiy monitoring qilish va mavjud muammolarni tizimli tarzda bartaraf etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Avvalo, dars jarayonini rejalashtirish bosqichida o'qituvchi talabalarda motivatsiya va fan ahamiyatini anglash hissini shakllantirishi lozim. Buning uchun boshlang'ich mashg'ulotlarda yarimo'tkazgichlarning kundalik hayotdagi roli — mobil telefonlar, kompyuterlar, quvvat elektronika tizimlari, quyosh panellari kabi texnologiyalarda ularning ishlatilishi — orqali talabalar e'tiborini jalb etish tavsiya etiladi. Bu usul talabalarga "bu fan nimaga kerak?" degan savolga amaliy misollar orqali javob topishga yordam beradi.

Shundan so'ng, flipped classroom (ag'darilgan sinf) uslubini qo'llash darsni zamonaviy talablarga mos ravishda tashkil etishga imkon beradi [3]. Ushbu yondashuvda talabalar ma'ruza mazmuni, qisqa videodarslar yoki interaktiv materiallarni (masalan, PhET simulyatsiyalarini) darsdan oldin mustaqil o'rganib chiqadilar. Dars jarayonida esa o'qituvchi vaqtni muhokama, muammoli masalalarni hal etish va tajriba modullarini bajarishga yo'naltiradi. Bu uslub talabalarning faol ishtirokini kuchaytiradi, ularni mustaqil fikrlashga, tahlil qilishga va nazariy bilimni amaliyotga tatbiq etishga o'rgatadi.

Ta'lim samaradorligini oshirishda aralash laboratoriyalar yondashuvi (blended labs) muhim o'rin tutadi [4]. Unda virtual simulyatsiyalar va real tajribalar bir-birini to'ldiradi: avvalo, talabalar PhET yoki Vařák.cz kabi virtual muhitlarda tajribalarni xavfsiz tarzda bajarib, asosiy tushunchalarni shakllantiradilar, so'ngra real komponentlar bilan tajribalar o'tkazadilar. Masalan, virtual muhitda p-n o'tishdagi elektron harakati yoki diffuziya jarayonini modellashtirish, keyinchalik haqiqiy diod yoki tranzistor bilan o'lchov ishlarini bajarish talabalarga nazariya va amaliyot orasidagi uzviy bog'liqlikni anglashga yordam beradi. Shu tarzda aralash yondashuv nazariy bilimni mustahkamlab, metrologik fikrlashni shakllantiradi [5].

Yarimo'tkazgich fizikasi murakkab bo'lganligi sababli, o'qitishda interaktiv vizualizatsiyalardan foydalanish zarur. Masalan, LearnQM (Georgia Tech) platformasida elektron va kovaklarning joylashuvi, energiya zonalari orasidagi farqlar, ta'sir ostidagi oqim modellari animatsion shaklda ko'rsatiladi. Bu yondashuv talabalarning fazoviy tasavvurlarini rivojlantiradi va murakkab jarayonlarni soddalashtirib anglash imkonini beradi.

Shu bilan birga, A.Garcia-Carmona, A. M. Criadolar o'tkazgan tajribalarida interaktiv yondashuvlar orqali talabalarning motivatsiyasi va tushunish darajasi oshganini aniqlagan [5]. D.Yu va boshqalr esa Xitoyda o'tkazilgan tadqiqotlarida yarimo'tkazgichlar bo'limini

informatizatsiyalash — ya'ni onlayn va interaktiv metodlarni uyg'unlashtirish — orqali talabalarning faol ishtirokini oshirish mumkinligini asoslab bergan [6]. Shuningdek, P.Spirito energiya va quvvat yarimo'tkazgich qurilmalari darslarida talabalarda tushunmovchiliklarni kamaytirish uchun kuchli nazariy-amaliy integratsiya zarurligini ta'kidlagan [7].

Muhokama

Yuqoridagi metodologik yondashuvlarning afzallik va cheklovlarini tahlil qilganda, yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limini o'qitishda qo'llanilayotgan interaktiv, virtual va aralash laboratoriya modellarining o'quv jarayoniga ko'rsatadigan ta'siri juda muhim ekani yaqqol ko'zga tashlanadi.

Avvalo, bu metodik tizimning asosiy afzalliklaridan biri shundaki, virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar yordamida talabalarga odatda abstrakt va murakkab hisoblangan tushunchalar — energiya zonalari, elektron va kovak oqimlari, diffuziya hamda drift jarayonlari — vizual shaklda namoyish etiladi. Bunday yondashuv talabalarda mavzuni faqat nazariy emas, balki ko'rish, kuzatish va tahlil qilish asosida anglash imkonini yaratadi. Natijada, bilimni o'zlashtirish chuqurlashadi, talabaning xotirasida obrazli tasavvur hosil bo'ladi.

Shuningdek, aralash laboratoriyalar modeli — ya'ni nazariy bilim, virtual tajriba va haqiqiy laboratoriya ishlari o'rtasidagi uyg'unlik — yarimo'tkazgich fizikasi uchun nihoyatda muhimdir. Chunki faqat virtual muhitda tajriba o'tkazish talabalarda real o'lchov madaniyatini to'liq shakllantira olmaydi; shu sababli, elektron komponentlar bilan amaliy tajriba qo'shilishi talabalarda metrologik aniqlik, ehtiyotkorlik va mas'uliyat hissini kuchaytiradi. Bunday integratsiya o'qitishning nazariy va amaliy tomonlari o'rtasidagi uzilishni kamaytiradi va fan mohiyatini yanada to'liqroq ochishga yordam beradi.

Flipped classroom metodikasining joriy etilishi ham zamonaviy fizika ta'limining muhim yutug'idir. Bu yondashuv orqali dars vaqti asosan muhokama, savol-javob, muammoli holatlar tahlili hamda kichik guruh loyihalariga ajratiladi. Talabalar o'quv materialini darsdan oldin mustaqil o'rganib chiqib, darsda esa uni amaliy jihatdan tatbiq etish imkoniyatiga ega bo'ladi. Natijada, o'quv jarayoni passiv tinglovdan faol ishtirokga o'tadi, bu esa talabalarning motivatsiyasi, mas'uliyati va mustaqil fikrlash salohiyatini kuchaytiradi.

Shuningdek, progressiv baholash tizimining qo'llanilishi — ya'ni jarayon davomida muntazam teskari aloqa (feedback) berish, diagnostik testlar va mini-loyiha topshiriqlari orqali baholash — talabalarning o'sishini bosqichma-bosqich kuzatish imkonini beradi. Bu tizim an'anaviy yakuniy imtixon bahosidan farqli o'laroq, talabaning dars davomida erishgan yutuqlari, faol ishtiroki va bilimni qo'llash darajasini aniqroq ko'rsatadi. Natijada, talaba o'z o'sishini o'zi tahlil qiladi, bu esa refleksiya madaniyatini shakllantiradi.

Ushbu afzalliklar nafaqat mualliflar tomonidan nazariy asoslab berilgan, balki xalqaro tadqiqotlar bilan ham isbotlangan. Masalan, García-Carmona talabalarda yarimo'tkazgich tushunchalarini shakllantirishda interaktiv metodlarning motivatsion ta'sirini aniqlagan [5] D.Yu va hamkorlari [6] esa informatizatsiyalashgan o'qitish modeli talabalarda fizik jarayonlarni tushunish darajasini sezilarli oshirganini qayd etgan. J. Li esa o'zining meta-tahlilida virtual laboratoriyalar yordamida o'qitilgan guruhlarining natijalari an'anaviy laboratoriyalarga nisbatan 30 foizgacha yuqori bo'lganini aniqlaga [2].

Shunga qaramay, bu metodologik yondashuvlarning cheklovlari va ehtiyot choralari ham inobatga olish zarur. Eng avvalo, virtual laboratoriyalar real tajribalarni to'liq almashtira olmaydi. Ba'zi mexanik yoki issiqlik hodisalarini modellashtirishda virtual muhitda o'lchov

aniqligini ta'minlash mushkul bo'ladi. Shuningdek, haqiqiy komponentlar bilan ishlash jarayonida talabalar hissiy tajriba — ya'ni real tajriba orqali sezish, kuzatish va javob reaksiyasini his etish imkoniyatidan mahrum bo'ladi. Bu esa fizik tajribaning to'laqonli ta'sirini biroz kamaytiradi.

Yana bir muhim omil — texnologik infratuzilmaning cheklanganligi. Ayrim ta'lim muassasalarida kompyuterlar, laboratoriya jihozlari yoki barqaror internet mavjud emasligi sababli virtual laboratoriyalardan muntazam foydalanish qiyinlashadi. Shu bois, o'qituvchilar mavjud sharoitdan kelib chiqib offline simulyatsiyalar, mobil ilovalar yoki kam resurs talab qiluvchi dasturlardan foydalanishlari tavsiya etiladi.

Ba'zi talabalar virtual tajribalarga past motivatsiya bilan yondashishlari, ularni "oddiy o'yin" sifatida qabul qilishlari mumkin. Shu sababli o'qituvchi doimiy kuzatuv, rag'batlantirish va faol ishtirokni ta'minlash uchun muammoli savollar, real hayotiy misollar hamda jamoaviy topshiriqlardan keng foydalanishi lozim.

Diagnostic testlar natijasida esa talabalar orasida ko'plab noto'g'ri tushunchalar aniqlanishi mumkin. Masalan, elektron oqimi va kovak oqimini chalkashtirish, diodda tok yo'nalishini noto'g'ri tasavvur qilish, yoki tranzistorning har bir qismi vazifasini noto'g'ri anglash hollari tez-tez uchraydi. Bunday xatoliklarni bartaraf etish uchun o'qituvchi natijalarni tahlil qilib, har bir talabaga individual tushuntirish va qayta izohlash jarayonini tashkil etishi zarur [8, 9].

Shu bilan birga, O'zbekiston sharoitida bu yondashuvni keng joriy etishda hududiy farqlar va texnik imkoniyatlar katta ahamiyat kasb etadi. Qishloq hududlaridagi maktab va kollejlarning laboratoriya bazasi, elektr ta'minoti, kompyuter jihozlari hamda internet tezligi bu jarayonning samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, ta'lim siyosati darajasida laboratoriyalarni modernizatsiya qilish, o'qituvchilarni virtual va metrologik tajriba o'tkazish bo'yicha malaka oshirish kurslariga jalb etish, darslik va metodik qo'llanmalarga interaktiv resurslar integratsiyasini kuchaytirish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda, yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limini o'qitishda virtual, interaktiv va real tajribalarni uyg'unlashtirgan metodologik yondashuv o'quv jarayonining sifatini sezilarli oshiradi. Biroq bu yondashuvni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun o'qituvchi, talaba va ta'lim muassasasi imkoniyatlari o'zaro muvofiqlashtirilgan, tizimli va uzluksiz qo'llab-quvvatlov bilan ta'minlanishi lozim. Shu tarzda, yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limi nafaqat nazariy bilim manbai, balki talabalarda ilmiy tafakkur, tahliliy fikrlash va texnologik madaniyatni shakllantiruvchi fan sifatida o'z o'rnini mustahkamlaydi.

Xulosa va tavsiyalar

Yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limini o'qitishda interaktiv vizualizatsiyalar, virtual laboratoriyalar va haqiqiy tajriba kombinatsiyasi o'zaro uyg'unlashgan metodik tizim sifatida eng samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi. Bunday integratsiya talabalarga nazariy tushunchalarni amaliy tajribalar bilan bog'lash imkonini beradi, ularning tahliliy fikrlash, kuzatish va muammo yechish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Ayniqsa, elektron oqimlari, energiya zonalari va p-n o'tish jarayonlarini vizual tarzda modellashtirish orqali talabalar murakkab fizik jarayonlarni soddalashtirilgan, tushunarli shaklda anglay oladilar.

Shuningdek, flipped classroom (ag'darilgan sinf) texnologiyasini joriy etish dars jarayonini faollashtiradi. Bu metodda talabalar nazariy materiallarni uyda mustaqil o'rganib, dars vaqtida amaliy mashg'ulotlar, muhokama va tahlilga ko'proq vaqt ajratadilar. Natijada,

o'qituvchi darsda rahbar va yo'naltiruvchi rolini bajaradi, talabalar esa faol ishtirokchi sifatida o'z bilimlarini chuqurlashtiradilar. Shu bilan birga, progressiv baholash tizimi (ya'ni, jarayon davomida bosqichma-bosqich baholash) ham talabalar o'sishini kuzatish, ulardagi individual qiyinchiliklarni aniqlash va o'z vaqtida tuzatish kiritish imkonini beradi.

Talabalarning faolligini yanada oshirish uchun mini loyiha topshiriqlari ham samarali vosita bo'lib xizmat qiladi. Masalan, "Diodning to'g'ri va teskari yo'nalishdagi xarakteristikasini tadqiq etish" yoki "Tranzistor asosida oddiy kuchaytirgich sxemasini modellashtirish" kabi kichik loyiha ishlarini bajarish ularni ilmiy izlanishga, natijalarni tahlil qilishga va ijodiy yondashuvni shakllantirishga undaydi.

O'qituvchilar esa o'qitish jarayonida bevosita texnologik vositalarni tanlashda — kompyuter, simulyatsiya platformalari (PhET, Vašćák.cz, EveryCircuit), laboratoriya komponentlari va o'lchov asboblari — mahalliy infratuzilma va hududiy imkoniyatlardan kelib chiqib tanlashlari zarur. Bunda muhim jihat shundaki, mavjud texnik sharoit qanday bo'lishidan qat'i nazar, o'qituvchi virtual muhit orqali talabalarda ilmiy tafakkur, eksperimental madaniyat va metrologik aniqlikni shakllantirishga e'tibor qaratishi lozim.

Har bir sinfda muntazam diagnostik testlar o'tkazilishi, talabalar tushunmovchiliklarini aniqlash va ularni bartaraf etish uchun individual ko'rsatmalar berilishi zarur. Bunday yondashuv talabalarning bilim darajasini aniq baholash, ularning o'zlashtirish sur'atini nazorat qilish va o'qitish jarayonini shaxsga yo'naltirilgan tarzda tashkil etishga yordam beradi.

O'zbekiston sharoitida ushbu metodikani amaliy sinovdan o'tkazish, ya'ni pilot maktablar va oliy ta'lim muassasalarida tajriba darslarini yo'lga qo'yish, o'qituvchi va talaba fikrlarini tahlil qilish maqsadga muvofiqdir. Bu jarayon natijalariga asoslanib metodik yondashuvni yanada takomillashtirish, lokal darsliklar, o'quv modullari va interaktiv platformalarga mos resurslar ishlab chiqish imkoniyati tug'iladi. Shu tariqa, yarimo'tkazgichlar fizikasi bo'limini o'qitishda ilmiy-nazariy bilim, virtual tajriba va metrologik aniqlikni birlashtirgan tizimli yondashuv fizika ta'limining sifatini yangi bosqichga ko'taradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Nelson, K. G. (2017). Students' misconceptions about semiconductors and use of analogies. *Journal of Engineering Education*, 106(2), 245–262. <https://doi.org/10.1002/jee.20163>
2. Li, J. (2024). Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316269>
3. Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. In *Proceedings of the ASEE National Conference on Engineering Education* (pp. 1–18). Atlanta, GA: American Society for Engineering Education.
4. <https://doi.org/10.18260/1-2--22585>
5. Tokatlidis, C., Rapti, S., Tselegkaridis, S., Sapounidis, T., & Papakostas, D. (2024). Virtual environment in engineering education: The role of guidance, knowledge and skills development in electronic circuits teaching. *Education Sciences*, 14(12), 1336. <https://doi.org/10.3390/educsci14121336>
6. García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2009). Introduction to semiconductor physics in secondary education: A didactic proposal. *Science Education Review*. Retrieved from <https://www.ssoar.info>

7. Yu, D., Sun, Y., Liu, Y., & Li, Z. (2022). Study on teaching system of semiconductor device physics under information background. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/367612975>
8. Spirito, P. (1996). Educational issues for power semiconductor devices. *Microelectronics Journal*, 27(6), 503–509. [https://doi.org/10.1016/0026-2692\(95\)00080-1](https://doi.org/10.1016/0026-2692(95)00080-1)
9. Academic Journal of Science and Technology. (2022). Study on teaching system of semiconductor device physics under information background. *Academic Journal of Science and Technology*, 2(1). Retrieved from <https://drpress.org/ojs/index.php/ajst/article/view/620>
10. Virtual laboratories in physics education. (2021). *The Physics Teacher*, 59(8), 582–588. <https://doi.org/10.1119/10.0006845>
11. Use of information technology in teaching semiconductors physics. (2023). *Scientific Research Studies (SRS) Journal of Education and Science*, 12(4), 44–52.

