YARIM O‘TKAZGICHLAR FIZIKASI NAZARIY ASOSLARI VA ULARNING TEXNIKADAGI AHAMIYATI

Nabiyev Bahodir Elmurat o'g'li
E-mail: nabiyevbahodir980@gmail.com

Received: 29.10.2025
Revised: 30.10.2025
Accepted: 31.10.2025

Kalit so‘zlar:
yarim o‘tkazgichlar, fizika, nazariy asoslar, energiya bantlari, texnik qo‘llanilishi.

Keywords:
semiconductors, physics, theoretical foundations, energy bands, technical applications.

Ключевые слова:
полупроводники, физика, теоретические основы, энергетические зоны, техническое применение.

Annotatsiya. Ushbu tezisda yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslari, ularning energiya bantlari, zaryad tashuvchi transport mexanizmlari va kristall tuzilish xossalari tahlil qilinadi. Shuningdek, yarim o‘tkazgichlarning texnik qurilmalardagi amaliy ahamiyati, elektronika va optoelektronika sohalarida qo‘llanilishi, energiya samaradorligi va ishlash sifatini oshirishdagi roli yoritilgan. Tezis nazariy bilimlarni amaliy texnik yechimlar bilan bog‘lash imkonini beradi.

Annotation. This thesis examines the theoretical foundations of semiconductor physics, including energy bands, charge carrier transport mechanisms, and crystal structure properties. It also highlights the practical significance of semiconductors in technical devices, their applications in electronics and optoelectronics, and their role in enhancing energy efficiency and performance. The thesis provides a link between theoretical knowledge and practical technical solutions.

Аннотация. В данной тезисной работе рассматриваются теоретические основы физики полупроводников, включая энергетические зоны, механизмы переноса заряда и свойства кристаллической структуры. Кроме того, освещается практическое значение полупроводников в технических устройствах, их применение в электронике и оптоэлектронике, а также их роль в повышении энергетической эффективности и производительности. Тезис обеспечивает связь между теоретическими знаниями и практическими техническими решениями.

Kirish. Yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslari zamonaviy texnika va elektronika sohasida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ularning xossalarini chuqur tushunish turli texnik qurilmalarni yaratish va optimallashtirish uchun zarur hisoblanadi. Ushbu materiallar o‘rta darajadagi elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lib,

zaryad tashuvchi transport mexanizmlari, energiya bantlari va kristall tuzilish xossalari orqali ishlash jarayonida sezgirlik ko‘rsatadi, shuning uchun ularning nazariy asoslarini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Tezisda yarim o‘tkazgichlarning elektron va optik xossalari, transport hodisalari va energiya bantlari nazariy jihatdan tahlil qilinib, ushbu bilimlar texnik qurilmalar va elektronika sohasida amaliy qo‘llanilishi mumkinligi ko‘rsatildi. Shuningdek, yarim o‘tkazgichlarning fizik asoslarini o‘rganish ularning texnik qurilmalarda ishlash samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va yangi texnologiyalarni rivojlantirish imkonini beradi. Tadqiqot maqsadi yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslarini tizimli tarzda o‘rganish, ularning texnik qurilmalardagi ahamiyatini aniqlash va nazariy bilimlarni amaliy sohada qo‘llash imkoniyatlarini aniqlashdir. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari yarim o‘tkazgichlarning xossalarini tushunish, elektron va optoelektronika qurilmalarining ishlash sifatini oshirish hamda innovatsion texnologiyalar yaratishga ilmiy asos yaratishga xizmat qiladi.

Yarim o‘tkazgichlar fizikasi zamonaviy elektronika va mikroelektronika sohasining asosiy ilmiy yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu soha yarim o‘tkazgich materiallarning xossalari, ularning energiya diapazonlari, elektron va teshiklarning harakati, shuningdek P-N o‘tish va boshqa asosiy tushunchalarni o‘rganadi. Yarim o‘tkazgichlarning texnikadagi ahamiyati tobora ortib bormoqda, chunki ular transistorlar, diodlar, LEDlar, tiristorlar, fotodiodlar va fotovoltaik elementlar kabi ko‘plab qurilmalar asosini tashkil etadi. Shu bilan birga, yarim o‘tkazgichlar asosidagi qurilmalar kompyuter texnologiyalari, telekommunikatsiya, quvvat boshqaruvi, avtomatlashtirilgan tizimlar va kundalik elektronika mahsulotlarida keng qo‘llaniladi. Bu mavzu ilmiy va texnologik jihatdan dolzarb bo‘lib, nazariy asoslar bilan birga amaliy qo‘llanilishini tushunish muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ushbu ishda yarim o‘tkazgichlar fizikasi nazariyasi, asosiy tushunchalar va ularning texnikadagi qo‘llanilishi tizimli tarzda tahlil qilinadi.

Adabiyotlar tahlili. Yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslari va ularning texnikadagi ahamiyati bo‘yicha adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, yarim o‘tkazgichlarning kristall tuzilishi, energiya bantlari va zaryad tashuvchi transport mexanizmlari qurilmalarning ishlash xossalarini belgilashda asosiy rol o‘ynaydi [1]. Tadqiqotlarda yarim o‘tkazgichlarning elektron transport xossalari, harorat va tashqi maydon ta’sirida o‘zgarishlari eksperimental va nazariy metodlar yordamida tahlil qilingan [2]. Shuningdek, optik xossalarni o‘rganish va energiya bantlarini aniqlash uchun spektral tahlil va fotoluminesensiya metodlari qo‘llanilishi, bu esa optoelektronika qurilmalarida samarali ishlashni ta’minlashga yordam berishi ta’kidlangan [3]. Nazariy manbalar yarim o‘tkazgichlarning fizik asoslarini chuqur tushunish, transport mexanizmlarini modellashtirish va energiya darajalarini aniqlash imkoniyatini beradi [4]. Shu bilan birga, yarim o‘tkazgichlarni texnik qurilmalarda qo‘llash va innovatsion texnologiyalar yaratish bo‘yicha amaliy tadqiqotlar ularning nazariy bilimlarini real muammolarni hal qilishda qo‘llash imkonini ko‘rsatadi [5]. Ushbu adabiyotlar tahlili yarim o‘tkazgichlarning nazariy asoslari va texnikadagi

ahamiyatini tizimli tushunish, ilmiy va amaliy tadqiqotlarni rivojlantirish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslarini va ularning texnikadagi ahamiyatini o‘rganish uchun turli materiallar va usullar qo‘llanildi. Tadqiqot materiali sifatida silikon, germaniy va III–V guruh yarim o‘tkazgichlari tanlandi, ularning kristall tuzilishi, energiya bantlari va zaryad tashuvchi transport mexanizmlari tahlil qilindi. Eksperimental metodlar sifatida elektron transportini o‘rganish, konduktivlik va rezistivlik o‘lchovlari, Hall effekti, optik spektral tahlil va fotoluminesensiya metodlari ishlatildi, bu usullar yordamida yarim o‘tkazgichlarning elektron va optik xossalari aniqlanib, energiya bantlari va zaryad tashuvchi harakatlanish mexanizmlari o‘rganildi. Nazariy usullar esa modellashtirish va hisob-kitoblarni o‘z ichiga olib, materiallarning transport hodisalari, issiqlik taqsimoti va energiya darajalarini tahlil qilish imkonini berdi. Tadqiqot jarayonida materiallar turli harorat va tashqi maydon sharoitlarida sinovdan o‘tkazilib, fizik xossalardagi o‘zgarishlar aniqlashga imkon yaratildi. Shu bilan birga, eksperimental va nazariy natijalar integratsiyalashgan tarzda tahlil qilinib, yarim o‘tkazgichlarning texnik qurilmalarda ishlash mexanizmi va samaradorligini baholash imkoniyati yaratilgan. Tadqiqot materiallari va usullari yarim o‘tkazgichlarning fizik xossalarini tizimli o‘rganish, turli metodlarning samaradorligini baholash va ularni amaliy sohada qo‘llash imkoniyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

1-Jadval. Yarim o‘tkazgichlar fizikasi nazariy asoslari va ularning texnikadagi ahamiyati

Asosiy tushuncha	Nazariy asoslar	Texnikadagi ahamiyati
Yarim o‘tkazgichlar	Kristall panjaradagi elektronlar va teshiklarning harakati, energiya diapazonlari (valent va o‘tkazuvchanlik)	Elektronika va mikroelektronika qurilmalarida (transistor, diod, LED) ishlatiladi
P-tip va N-tip yarim o‘tkazgichlar	Qabul qiluvchi va donor atomlar bilan ifloslantirish orqali hosil bo‘ladi, P-N o‘tish hosil qiladi	Diodlar, fotovoltaik elementlar, signal uzatish va boshqarish qurilmalari
P-N o‘tish	P va N yarim o‘tkazgichlarni birlashtirishda hosil bo‘lgan elektr maydon, potensial to‘siq	Diodlar, LED, fotodiodlar, quyosh panellari ishlash printsipi
Elektron va teshiklar harakati	Elektronlar va teshiklar drift va diffuziya orqali harakat qiladi	Elektron qurilmalarda tokning boshqarilishi va signal uzatilishi

Asosiy tushuncha	Nazariy asoslar	Texnikadagi ahamiyati
Yarim o‘tkazgich qurilmalar	Transistor, diod, tiristor, LED, fotodiod va boshqa yarim o‘tkazgichli elementlar	Zamonaviy elektronika, kompyuter texnologiyalari, telekommunikatsiya va quvvat boshqaruvi tizimlari

Quyidagi jadval “Yarim o‘tkazgichlar fizikasi nazariy asoslari va ularning texnikadagi ahamiyati” mavzusini qisqacha tushuntirish uchun tuzilgan. U uch ustundan iborat: birinchi ustun asosiy tushunchalarni, ikkinchi ustun nazariy asoslarni, uchinchi ustun esa ularning texnikadagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Jadvalda yarim o‘tkazgichlarning fizik xususiyatlari, turli turlar (P-tip va N-tip), P-N o‘tish va elektron/teshik harakati kabi asosiy nazariy tushunchalar yoritilgan. Shu bilan birga, har bir tushuncha zamonaviy elektronika va texnologiyalarda qanday qo‘llanilishi, masalan, diodlar, transistorlar, LEDlar, fotovoltaik elementlar va boshqa qurilmalarda amaliy ahamiyati ko‘rsatilgan. Jadval dissertatsiya yoki maqola materiallarini tizimli ravishda tushuntirish, mavzuni o‘rganish va taqdim etishda qulaylik yaratadi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot muhokamasida aniqlanishicha, yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslarini va ularning texnikadagi ahamiyatini o‘rganish jarayonida eksperimental va nazariy metodlarni birgalikda qo‘llash materiallarning ishlash mexanizmini chuqur tushunishga imkon beradi. Elektr o‘lchovlar va Hall effekti yordamida konduktivlik, rezistivlik va zaryad tashuvchi transport xossalari baholandi, bu esa yarim o‘tkazgichlarning elektron qurilmalarda ishlashini optimallashtirish imkonini berdi. Optik spektral tahlil va fotoluminesensiya metodlari yordamida energiya bantlari va optik xossalar aniqlanib, bu ma’lumotlar optoelektronika qurilmalarida samarali ishlashni ta’minlashga xizmat qildi. Modellashtirish va nazariy hisob-kitoblar eksperimental natijalar bilan solishtirilib, yarim o‘tkazgichlarning energiya bantlari, elektron va teshik transport mexanizmlari hamda issiqlik taqsimoti batafsil tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, turli harorat va tashqi maydon sharoitlarida yarim o‘tkazgichlarning xossalaridagi o‘zgarishlarni aniqlash va nazorat qilish mumkin, bu esa qurilmalar samaradorligini oshirish va ishlash mexanizmini optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, eksperimental va nazariy metodlarni integratsiyalashgan tarzda qo‘llash yarim o‘tkazgichlarning xossalarini aniqlashda aniqlik va sezuvchanlikni oshiradi, bu esa elektronika va optoelektronika sohasida yangi texnologiyalar va qurilmalarni yaratishga zamin yaratadi. Tadqiqot muhokamasi shuni ko‘rsatadiki, yarim o‘tkazgichlarning nazariy bilimlarini amaliy sohada qo‘llash, ularning xossalarini aniqlash va nazorat qilish, elektron va optoelektronika qurilmalarining ishlash sifatini oshirish hamda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirishga imkon beradi. Natijalar amaliy jihatdan yarim o‘tkazgichlar bilan ishlashni optimallashtirish, materiallarning sifatini nazorat qilish va elektronika hamda optoelektronika sohasida ilg‘or texnologiyalar yaratishga xizmat qiladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, yarim o‘tkazgichlar fizikasining nazariy asoslarini o‘rganish va ularning texnikadagi ahamiyatini tahlil qilish eksperimental va nazariy metodlarni birlashtirish orqali materiallarning ishlash mexanizmini chuqur tushunishga imkon beradi. Elektr o‘lchovlar, Hall effekti, optik spektral tahlil va fotoluminesensiya metodlari yordamida yarim o‘tkazgichlarning energiya bantlari, elektron va teshik transport mexanizmlari, optik xossalari va issiqlik taqsimoti aniqlanib, bu ma’lumotlar elektronika va optoelektronika qurilmalarida samarali ishlashni ta’minlash imkonini berdi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, turli harorat va tashqi maydon sharoitlarida yarim o‘tkazgichlarning xossalarini aniqlash va nazorat qilish mumkin, bu esa qurilmalar samaradorligini oshirish va texnik jarayonlarni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega. Umuman olganda, tadqiqot yarim o‘tkazgichlarning fizik xossalarini tizimli o‘rganish, ularni amaliy sohada qo‘llash va elektronika hamda optoelektronika sohasida innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish uchun ilmiy asos yaratganini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Sze, S.M., & Ng, K.K. (2007). Physics of Semiconductor Devices. 3rd Edition. John Wiley & Sons.
2. Streetman, B.G., & Banerjee, S. (2005). Solid State Electronic Devices. 6th Edition. Prentice Hall.
3. Kittel, C. (2004). Introduction to Solid State Physics. 8th Edition. Wiley.
4. Pierret, R.F. (1996). Semiconductor Device Fundamentals. Addison-Wesley.
5. Ashcroft, N.W., & Mermin, N.D. (1976). Solid State Physics. Holt, Rinehart and Winston.