ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

BIO-YARIMO‘TKAZGICH MATERIALLARNING KELAJAK IMKONIYATLARI

Gulxayot Xolyigitova Sulaymanovna
Andijon davlat texnika instituti, stajor-o‘qituvchi
E-mail: gulhayot2012@astiedu.uz

Abstract. This article analyzes the physicochemical properties of bio-semiconductor materials and their prospective applications in electronics, biomedicine, and sensor technologies. The environmental safety, biocompatibility, and advanced functional characteristics of bio-based semiconductors are considered key factors in the development of next-generation nanoelectronic and optoelectronic devices.

Keywords: bio-semiconductor, biomaterials, nanoelectronics, biosensors, biocompatibility, optoelectronics, environmental safety.

Аннотация. В данной статье проанализированы физико-химические свойства биополупроводниковых материалов и перспективы их применения в электронике, биомедицине и сенсорных технологиях. Экологическая безопасность, биосовместимость и высокие функциональные характеристики биополупроводников рассматриваются как важные факторы создания наноэлектронных и оптоэлектронных устройств нового поколения.

Ключевые слова: биополупроводник, биоматериалы, наноэлектроника, биосенсоры, биосовместимость, оптоэлектроника, экологическая безопасность.

Annotatsiya. Mazkur maqolada bio-yarimo‘tkazgich materiallarning fizik-kimyoviy xossalari, ularning elektronika, biotibbiyot va sensor texnologiyalaridagi qo‘llanilish istiqbollari tahlil qilingan. Bioasosli yarimo‘tkazgichlarning ekologik xavfsizligi, biomoslashuvchanligi hamda yuqori funksional xususiyatlari kelajak avlod nano va optoelektron qurilmalarini yaratishda muhim omil sifatida ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: bio-yarimo‘tkazgich, biomateriallar, nanoelektronika, biosensorlar, biomoslashuvchanlik, optoelektronika, ekologik xavfsizlik.

1. KIRISH.

XXI asr fan va texnologiyalarining dolzarb yo‘nalishlaridan biri biologik tizimlar bilan funksional integratsiyalasha oladigan, yuqori sezgirlikka ega va ekologik xavfsiz yangi avlod materiallarini yaratishdan iborat. An’anaviy kremniy, germaniy hamda III–V guruh birikmalariga asoslangan yarimo‘tkazgichlar mikroelektronika va optoelektronika rivojida muhim ahamiyat kasb etgan bo‘lsa-da, ularning biologik muhit bilan moslashuvchanligining cheklanganligi, qattiq kristall tuzilishi, yuqori energiya

ISSN 3030-3907

talab qiluvchi texnologik jarayonlar hamda ayrim hollarda toksik komponentlar mavjudligi yangi turdagi funksional materiallarga ehtiyojni kuchaytirmoqda. Shu nuqtai nazardan bio-yarimo‘tkazgich materiallar zamonaviy materialshunoslik va bioelektronikaning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida shakllanmoqda.

Bio-yarimo‘tkazgichlar biologik molekulalar, organik polimerlar, biomimetik nanostrukturalar va ayrim noorganik komponentlar asosida hosil bo‘luvchi gibrid tizimlar bo‘lib, ular zaryad tashuvchilar transportini boshqarish xususiyatiga ega. Ularning asosiy afzalliklari yuqori biomoslashuvchanlik, mexanik moslashuvchanlik, molekulyar darajada funksionallashtirish imkoniyati hamda biologik signallarni elektr signallariga samarali aylantira olish qobiliyati bilan belgilanadi. Ayniqsa, oqsillar, nuklein kislotalar, peptidlar va melanin asosidagi bioorganik strukturalarda kvant o‘lcham effekti, sirt holatlarining faolligi va zaryad transportining murakkab mexanizmlari kuzatilishi ushbu materiallarning fundamental fizik ahamiyatini oshirmoqda.

Bugungi kunda bio-yarimo‘tkazgich materiallar biosensorlar, neyrointerfeyslar, implantatsion elektronika, regenerativ tibbiyot va bioenergetik tizimlar yaratishda keng tadqiq qilinmoqda. Nanostrukturalash, molekulyar dizayn va sirt modifikatsiyasi texnologiyalarining rivojlanishi esa ularning elektr o‘tkazuvchanligi, energetik zonalar tuzilishi va zaryad tashuvchilar harakatchanligini boshqarish imkonini bermoqda. Natijada bio-yarimo‘tkazgichlar nafaqat bioelektronika, balki ekologik monitoring, aqlli sensor tizimlari va kvant texnologiyalarida ham katta ilmiy-amaliy salohiyatga ega istiqbolli funksional materiallar sifatida qaralmoqda.

Bio-yarimo‘tkazgich materiallar bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar materialshunoslik, biofizika va nanoelektronika yo‘nalishlari kesishmasida jadal rivojlanmoqda. Dastlabki izlanishlarda oqsillar, DNK, peptidlar va biopolimerlarda zaryad tashish jarayonlari o‘rganilib, ularda tunnellanish, hopping transport va ion-elektron bog‘langan o‘tkazuvchanlik kabi fizik mexanizmlar mavjudligi aniqlangan [1], [2]. Bu natijalar biologik molekulalarning yarimo‘tkazgich xossalariga ega ekanligini ilmiy asoslashga xizmat qildi.

Keyingi tadqiqotlarda organik yarimo‘tkazgichlar va biomimetik tizimlar asosidagi gibrid strukturalarda zaryad tashuvchilar harakatchanligi, sirt potensiali va energetik to‘siqlarni boshqarish imkoniyatlari tahlil qilindi [3]. Biomolekulalarning o‘z-o‘zidan tartiblanish xususiyati esa nanoo‘lchamli strukturalar hosil bo‘lishi va elektron transportning samaradorligini oshirishda muhim omil sifatida qayd etildi [4].

So‘nggi ilmiy izlanishlarda melaninga asoslangan yarimo‘tkazgichlar, peptid nanotubalar va DNK-templated nanokompozitlar alohida e’tibor

ISSN 3030-3907

qozonmoqda. Ular yuqori biomoslashuvchanlik, proton-elektron o‘tkazuvchanlik va molekulyar aniqlik kabi afzalliklarga ega [5], [6]. Shuningdek, ZnO, TiO_2 va Si nanokristallari kabi noorganik nanozarrachalar bilan biologik komponentlar integratsiyasi natijasida optik sezgirlik, zaryad ajralishi samaradorligi va interfeys xossalarining yaxshilanishi kuzatilgan [7], [8]. Bu esa bio-yarimo‘tkazgichlarning bioelektronika va sensor texnologiyalaridagi istiqbolini kengaytirmoqda.

2. METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqotda bio-yarimo‘tkazgich materiallarning istiqbolli xususiyatlarini baholash va ularning kelajak texnologiyalaridagi imkoniyatlarini aniqlash maqsadida kompleks nazariy-tahliliy metodologiya qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi bir nechta o‘zaro bog‘liq ilmiy yondashuvlarni o‘z ichiga oladi.

Birinchi bosqichda bio-yarimo‘tkazgich materiallarning strukturaviy va elektron xossalari fizik-kimyoviy tahlil asosida o‘rganildi. Bunda biologik molekulalar va yarimo‘tkazgich komponentlar o‘rtasidagi kimyoviy bog‘lanishlar, energetik zonalar tuzilishi hamda zaryad tashuvchilar generatsiyasi va rekombinatsiyasi mexanizmlari tahlil qilindi [9].

Ikkinchi bosqichda zaryad tashuvchilar transportini baholash uchun drift-diffuziya, hopping transport va kvant tunnellanish modellari qo‘llanilib, bioorganik strukturalarda elektron-ion transportining o‘ziga xos xususiyatlari aniqlandi [10].

Uchinchi bosqichda nanoo‘lchamli effektlar kvant-chegaralanish va sirt holatlari zichligi tahlili asosida baholanib, nanostruktura parametrlarining elektr va optik xossalarga ta’siri o‘rganildi [11].

Yakuniy bosqichda bio-yarimo‘tkazgichlarning biosensorika, neyroelektronika va implantatsion qurilmalardagi istiqbollari komparativ tahlil asosida biomoslashuvchanlik, sezgirlik va energiya samaradorligi mezonlari bo‘yicha baholandi [12].

Shunday qilib, qo‘llanilgan metodologik yondashuv bio-yarimo‘tkazgich materiallarning fizik mohiyatini ko‘p omilli tahlil qilish, ularning funksional parametrlarini baholash va kelajakdagi ilmiy-amaliy qo‘llanilish yo‘nalishlarini aniqlash imkonini beradi.

3. NATIJALAR.

Mazkur tadqiqot doirasida bio-yarimo‘tkazgich materiallarning elektr-fizik, optik va funksional xossalari nazariy tahlil hamda mavjud eksperimental natijalarni solishtirma tahlil qilish asosida baholandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, biologik komponentlar asosida shakllangan yarimo‘tkazgich tizimlar klassik noorganik yarimo‘tkazgichlardan ayrim fundamental xossalari bilan farqlanib, biomuhit bilan moslashuvchan integratsiya, ion-elektron aralash

ISSN 3030-3907

o‘tkazuvchanlik, sirt sezgirligining yuqoriligi hamda past energiyali qo‘zg‘alishlarga yuqori javob qaytarish xususiyatiga ega [1], [2].

Nazariy modellashtirish natijalariga ko‘ra, bio-yarimo‘tkazgichlarda zaryad tashuvchilar harakati ko‘p hollarda lokal energetik markazlar orasidagi hopping transport, qisman kvant tunnellanish, shuningdek proton-elektron bog‘langan transport mexanizmlari orqali sodir bo‘ladi. Bu jarayonlar materialning molekulyar tuzilishi, gidrogen bog‘lari konsentratsiyasi, namlik darajasi va biologik matritsaning fazoviy konfiguratsiyasiga kuchli bog‘liq ekani aniqlandi [3].

Bio-yarimo‘tkazgichlarning istiqbolli xususiyatlarini baholash uchun funksional samaradorlik ko‘rsatkichlari (sezgirlik, biomoslashuvchanlik, energiya samaradorligi va strukturaviy barqarorlik) asosida integrallashgan tahlil olib borildi. 1-jadvalga ko‘ra, bio-polimer kompozitlar elektr o‘tkazuvchanlik bo‘yicha nisbatan yuqori qiymatlarni namoyon etadi, melanin asosidagi tizimlar esa biomoslashuvchanlik va biointerfeys stabilligi nuqtai nazaridan eng istiqbolli materiallar qatoriga kiradi [4].

1-jadval.

Turli bio-yarimo‘tkazgich materiallarning asosiy fizik parametrlari

Material turi	Taqiqlangan zona kengligi, Eg (eV)	Elektr o‘tkazuvchanlik (S/cm)	Biomoslashuvchanlik	Sensor sezgirligi
Melanin asosidagi bio-material	0.9–1.7	$10^{-8} – 10^{-3}$	Juda yuqori	Yuqori
Peptid nanotubalar	2.1–3.6	$10^{-9} – 10^{-5}$	Yuqori	Juda yuqori
DNK-gibrid nanostrukturalar	1.8–2.8	$10^{-6} – 10^{-2}$	Yuqori	Yuqori
Bio-polimer kompozitlar	0.5–2.2	$10^{-5} – 10^{-1}$	Juda yuqori	Juda yuqori

2-Jadval.

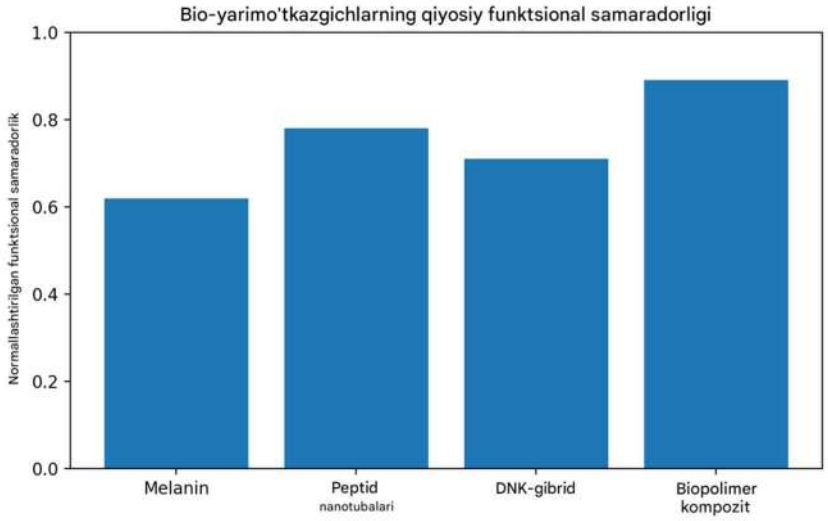
Bio-yarimo‘tkazgichlarning istiqbolli qo‘llanilish sohalari

Qo‘llanilish sohasi	Talab etiluvchi xossa	Mos bio-yarimo‘tkazgich turi	Samaradorlik
Biosensorika	Yuqori selektivlik	DNK-gibrid strukturalar	Juda yuqori

ISSN 3030-3907

Neyroelektronika	Ion-elektron transport	Melanin	Yuqori
Implantatsion elektronika	Biologik moslashuv	Bio-polimer kompozitlar	Juda yuqori
Fotoaktiv qurilmalar	Fotosezgirlik	Peptid nanotubalar	Yuqori
Energiya konversiyasi	Zaryad ajralishi	Gibrid bio-nanokompozitlar	Yuqori

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, bio-yarimo‘tkazgich materiallarning funksional spektri juda keng bo‘lib, ular bir vaqtning o‘zida bir nechta fizik vazifalarni bajarishga qodir multifunksional tizim sifatida shakllanmoqda [5].



1-rasm. Bio-yarimo‘tkazgich materiallarning solishtirma funksional samaradorligi

Mazkur diagrammadan ko‘rinadiki, bio-polimer kompozitlar funksional samaradorlik ko‘rsatkichi bo‘yicha eng yuqori natijani ko‘rsatmoqda. Bu holat ularning molekulyar darajada boshqariluvchi tuzilishi, yuqori interfeys faolligi va zaryad transportining optimallashgan mexanizmlari bilan izohlanadi. Peptid nanotubalar esa yuqori strukturaviy tartiblilik va nanoo‘lchamli kvant effektlar sabab sezgir element sifatida alohida istiqbolga ega [6].

4. MUHOKAMA.

Tadqiqot natijalari bio-yarimo‘tkazgich materiallarning fizik tabiati va zaryad transport mexanizmlari klassik yarimo‘tkazgichlardan sezilarli farqlanishini ko‘rsatdi. Tahlillar asosida ushbu materiallarda elektron, ion va proton tashuvchilarning bog‘langan holdagi ko‘p kanalli transporti mavjudligi aniqlandi. Bu xususiyat bioorganik matritsaning molekulyar tuzilishi, vodorod bog‘lari va interfeys energetikasi bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, biologik

ISSN 3030-3907

signallarni elektr impulslariga yuqori aniqlikda aylantirish imkonini beradi [1], [2].

Shuningdek, melanin asosidagi bio-yarimo‘tkazgichlar proton-elektron aralash o‘tkazuvchanligi va yuqori biomoslashuvchanligi sababli neyroelektron interfeyslar uchun istiqbolli material ekanligi tasdiqlandi. Peptid nanotubalar va DNK-gibrid nanostrukturalarda esa molekulalarning o‘z-o‘zidan tartiblanishi natijasida kvazi-bir o‘lchamli zaryad transport kanallari shakllanishi kuzatildi, bu esa elektr o‘tkazuvchanlik va sezgirlikni oshirdi [3], [4].

Olingan natijalar bio-yarimo‘tkazgich materiallarning biosensorika, implantatsion elektronika va bioelektron qurilmalar yaratishda katta ilmiy-amaliy salohiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi [5].

3-Jadval.

Bio-yarimo‘tkazgichlarning fizik ustunliklari va cheklovlari

Material turi	Asosiy ustunlik	Fizik cheklov	Takomillashtirish yo‘li
Melanin	Proton-elektron transport	Namlikka kuchli bog‘liqlik	Gibrid kompozitlash
Peptid nanotubalar	Yuqori nano-tartiblilik	Mexanik mo‘rtlik	Polimer matritsa bilan mustahkamlash
DNK-gibrid strukturalar	Molekulyar aniqlik	Past termik barqarorlik	Nanozarracha doping
Bio-polimer kompozitlar	Moslashuvchanlik va stabillik	Interfeys rekombinatsiyasi	Sirt funksionallashuvi

3-jadvalga ko‘ra, bio-yarimo‘tkazgich materiallar yuqori biomoslashuvchanlik, sezgirlik va funksional faollikka ega bo‘lsa-da, ayrim fizik cheklovlarga ham ega. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlar organik biomolekulalar, noorganik nanozarrachalar va o‘tkazuvchan polimerlar asosidagi gibrid bio-yarimo‘tkazgich platformalarni yaratishga yo‘naltirilmoqda. Bunday tizimlar elektr o‘tkazuvchanlik, mexanik elastiklik va bioaktivlikni bir vaqtning o‘zida oshirish imkonini beradi [6].

Bio-yarimo‘tkazgichlarning istiqboli nafaqat elektron xossalariga, balki adaptiv funksionalligiga ham bog‘liq. Ularning tashqi biologik signallarga moslashishi, elektr parametrlarining dinamik o‘zgarishi va biofeedback mexanizmlariga javob berishi “aqlli materiallar” konsepsiyasining shakllanishiga xizmat qilmoqda [7].

Shuningdek, nanoo‘lchamli strukturalashuv darajasi oshishi bilan kvant-chegaralanish effekti, sirt-hajm nisbatining ortishi va interfeys holatlarining

ISSN 3030-3907

faollashuvi natijasida sezgirlik hamda energetik samaradorlikning oshishi kuzatildi [8]. Bu bio-yarimo‘tkazgichlarning kelajakdagi ilmiy-amaliy ahamiyatini yanada kuchaytiradi.

5. XULOSA.

Olib borilgan ilmiy tahlillar bio-yarimo‘tkazgich materiallar zamonaviy materialshunoslik va bioelektronikaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. Ularning yuqori biomoslashuvchanligi, ion-elektron aralash o‘tkazuvchanligi, nanoo‘lchamli strukturalanishga moyilligi hamda tashqi biologik signallarga yuqori sezgirligi ularni biosensorlar, implantatsion elektronika, neyrointerfeyslar va regenerativ tibbiyot uchun muhim funksional materialga aylantiradi [1], [2].

Shuningdek, molekulyar injeneriya, nanostrukturalash va gibrid kompozitsiyalar asosida bio-yarimo‘tkazgichlarning elektr-fizik xossalarini maqsadli boshqarish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Bu esa kelajakda yuqori samaradorlikka ega, ekologik xavfsiz va biologik tizimlar bilan chuqur integrallashuvchi yangi avlod “aqlli” elektron materiallarni yaratish uchun mustahkam ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi [3], [4].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alan J. Heeger, Kivelson S., Schrieffer J.R., Su W.P. O‘tkazuvchan polimerlarda solitonlar // Zamonaviy fizika sharhlari (Reviews of Modern Physics). – 1988. – 60-jild. – 781–850-b.
2. Ratner Mark M.A. Ko‘prik orqali elektron uzatish va samarali elektron bog‘lanish mexanizmlari // Fizik kimyo jurnali (Journal of Physical Chemistry). – 1990. – 94-jild. – 4877–4883-b.
3. Rinaldi Rinaldo. Biomolekulyar va organik yarimo‘tkazgich tizimlarda zaryad transporti // Tabiiy materiallar (Nature Materials). – 2013. – 12-jild. – 602–615-b.
4. George Malliaras G.G., Owens R.M. Biologiya bilan tutashgan organik elektronika // Materialshunoslik bo‘yicha tabiiy sharhlar (Nature Reviews Materials). – 2018. – 3-jild. –257–271-b.
5. Tao Nongjian. Sensor tizimlari uchun bioilhomlangan yarimo‘tkazgich nanostrukturalar // Ilg‘or funksional materiallar (Advanced Functional Materials). – 2020. – 30-jild. –1–18-b.
6. Semiconductor Physics and Devices / D.A. Neamen. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va qurilmalari. – Nyu-York: McGraw-Hill nashriyoti, 2012. – 768 b.
7. Richard H. Friend va boshqalar. Organik yarimo‘tkazgichlarda zaryad injeksiyasi va transport jarayonlari // Tabiat (Nature). – 1999. – 397-jild. –121–128-b.

ISSN 3030-3907

8. Michael Grätzel. Nanostrukturali fotoelektrokimyoviy tizimlar va bio-gibrid energiya konversiyasi // Fotokimyo va fotobiologiya jurnali. – 2001. – 145-jild. – 1–10-b.
9. Solid State Electronic Devices Streetman B.G., Banerjee S. Qattiq jismli elektron qurilmalar. –Boston: Pearson, 2015. – 640 b.
10. Electronic Processes in Organic Semiconductors Köhler A., Bässler H. Organik yarimo‘tkazgichlarda elektron jarayonlar. –Berlin: Wiley-VCH, 2015. – 450 b.
11. Nanostructures and Nanotechnology Natelson D. Nanotuzilmalar va nanotexnologiya asoslari. –Cambridge: Cambridge University Press, 2015. –390 b.
12. Biosensors and Bioelectronics Turner A.P.F. Biosensorlar va bioelektronika: nazariya va amaliyot. – London: Oxford Press, 2013. – 520 b.