

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT
INSTITUTI

“RO‘YXATGA OLINDI”

№ 06/02/002

« 27 » iyun

2024 y.



Bazarov O.Sh.

2024 y.

YARIMO‘TKAZGICHLAR FIZIKASI FANIDAN
O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi: 700.000 – Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari.
Ta‘lim sohasi: 710.000 – Muhandislik ishi.
Ta‘lim yo‘nalishi: 60711200– Elektronika va asbobsozlik

QARSHI–2024

Fan modulining dasturi (module syllabus)

Fan (modul) kodi YaF3606	O'quv yili 2024–2025	Semestr 3	ECTS – Kreditlar 5	
Fan (modul) turi Tanlov	Ta'lim tili O'zbek		Haftadagi dars soatlari 4	
1.	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Yarimo'tkazgichlar fizikasi	60	90	150

I. FANNING MAZMUNI

1.1. O'quv fanining dolzarbligi va oliy kasbiy ta'limdagi o'rni

“Yarimo'tkazgichlar fizikasi” fani таңлов fanlar majmuasiga taalluqli bo'lib, talabalarga uni 3 semestrda o'qitiladi.

Hozirgi davrda yarimo'tkazgichlar fan va texnikada muhim o'rin egallab kelmoqda. Yarim o'tkazgichli elektron asboblarning xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llanilmoqda. Yildan–yilga yarimo'tkazgichlarning shu kunga qadar noma'lum bo'lgan xossalari anilanmoqda va ulardan yangi asboblarning tayyorlanmoqda. Shu sababli yarim o'tkazgichlar fizikasiga bo'lgan qiziqish tobora ortib bormoqda. Yarim o'tkazgichlardan tayyorlangan asboblarning endilikda avtomatikada, radiotexnikada, telemexanikada keng miqyosda qo'llanilmoqda. Qishloq xo'jaligida temperaturani aniq o'lchashda, tuproqning namligini aniqlashda, o'simlik va hayvonlarning eng muhim xususiyatlarini baholashda va boshqa ishlarda yarim o'tkazgichli asboblardan foydalanish ko'lami tobora ortib bormoqda.

Yarim o'tkazgichlardan tayyorlangan fotoelement (fotoelektrik batareya) lar quyoshdan kelayotgan yorug'lik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirib berish imkoniyatiga ega bo'lsa, termoelement (termogenerator) lar issiqlik energiyasi hisobiga elektr energiya olishga yordam bermoqda.

1.2. Fanni o'qitishning maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarning ilmiy faoliyat jarayonida o'z–o'zini anglash va to'g'ri fikrlash mahoratini shakllantirish, ilmiy tadqiqot dasturini tuzishda nazariya va amaliyot birligiga rioya qilishga o'rgatishdan iborat. Ilmiy tadqiqot qilish hamda dissertatsiya yozish uslublari o'rganiladi. Talabalarning sohaga tegishli ilm va ko'nikmalarni anglash va to'g'ri fikrlash mahoratini shakllantirish, ilmiy tadqiqot dasturini tuzishda nazariya va amaliyot birligiga rioya qilishga o'rgatishdan iborat. Yarim o'tgazgichlar fizikasi bo'yicha zarur bo'lgan bilimlar to'plami bilan tanishtirish, bu zamonaviy yarim o'tgazgich asboblarning va qurilmalarning asosiy tarkibiy qismlari bo'lgan ushbu materiallarda yuz beradigan fizik jarayonlarni o'rganishda amaliy qo'llash prinsiplari va metodikalari bo'yicha bilim, malaka va ko'nikmalarni shakllantirishdan iborat.

II. ASOSIY NAZARIY QISM (MA'RUZA MASHG'ULOTLARI) FAN TARKIBIGA QUYIDAGI MAVZULAR KIRADI:

2.1. ASOSIY NAZARIY QISM (MA'RUZA MASHG'ULOTLARI)

1–ma'ruza. Qattiq jismlar fizikasining asosiy tushunchalari. Yarim o'tkazgichlarning kristallari tuzilishidagi nuqsonlar.

Qattiq jismlarning kristall panjaralari. Monokristall va polikristall qattiq jismlar. Kristallografik belgilar. Qattiq jismlardagi bog'lanish kuchlari. Kristallanish. Polimorfizm hodisasi.

Aralashmali yarim o'tkazgichlarda uchraydigan nuqsonlar. Shotki va Frenkel aniqlagan nuqsonlar. Dislokatsiya. Eksitonlar. Fononlar.

2–ma'ruza. Kristallarning elementar zona nazariyasi. Qattiq jismlardagi elektronlar statistikasi.

Kristallardagi elektronlarning energetik zonalari. Kroning va Penni usuli. O'tkazgichlar, yarim o'tkazgichlar va dielektriklar. Harkatchan teshik. Effektiv massa. Yarim o'tkazgichlardagi aralashmalarning energetik sathi.

Maksvell–Bolsman taqsimoti. Pauli prinsipi va holatlar soni. Fermi–Dirak taqsimoti.

3–ma'ruza. Yarim o'tkazgichlarda zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi.

Zaryad tashuvchilar konsentkatsiyasi. Xususiy yarim o'tkazgichlarda zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi. Aralashmali aynimagan n–yarim o'tkazgichlardagi zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi. Aralashmali aynimagan p–yarim o'tkazgichdagi zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi. Aynigan yarim o'tkazgichlar.

Omik tok. Diffuzion tok. Eynshteyn formulasi. Uzluksizlik tenglamasi. Puasson tenglamasi. Kinetik tenglama.

4–ma'ruza. Qattiq jismlarning elektron nazariyasi. Fenomenologik tenglamalar.

Drude nazariyasi. Lorrents nazariyasi. Drude–Lorents nazariyasining kamchiliklari. Zommerfeld nazariyasi.

5–ma'ruza. Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi

Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanlik tabiati. Yarim o'tkazgichlarning aralashmali va xususiy elektr o'tkazuvchanligi. Yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligining temperaturaga bog'liqligi. Elektr o'tkazuvchanlikka elektr maydonning ta'siri.

6–ma'ruza. Yarim o'tkazgichlardagi kontakt hodisalar

Chiqish ishi va kontakt potentsiallari ayirmasi. Metal bilan yarim o'tkazgich kontakti. Diffuzion nazariya. Diod nazariyasi. p–n o'tish. p–n o'tishning volt–amper xarakteristikasi. p–n o'tishning elektr sig'imi.

7–ma'ruza. Yarim o'tkazgichli asboblari. Tranzistorlar.

Yarim o'tkazgichlardagi sirt energetik sathlari. Tunnel diodlar. Tunnel diodlardagi to'g'ri va teskari toklar tabiati. Tunnel diodning volt–amper xarakteristikasi. Tunnel tokining temperaturaga bog'liqligi. Yassi tranzistorlarning ishlash prinsipi. Yassi taranzistorlarning asosiy parametrlari. p–n–p–strukturali

tranzistorlar nazariyasi. O'tkazuvchan kuchlanish berilgan tranzistor nazariyasi. Dreyfli tranzistorlar.

8–ma'ruza. Yarim o'tkazgichli optik kvant generatorlar

Chiziqli fotomagnitoelektrik effekt. Kvadratik fotomagnitoelektrik effekt. Magnit maydonida manfiy fotoelektrik o'tkazuvchanlik. Manfiy absolyut temperatura. Yarim o'tkazgichli lazerlar.

9–ma'ruza. Mikroelektronikaning rivojlanishida texnologiyaning o'rni.

Bipolyar integral sxemalarni tayyorlash texnologiyalari

Kremniyli taglikka mexanik ishlov berish. Kremniy sirtini tozalash. Abraziv materiallar. Yarim o'tkazgich plastinkani jilvirlash. Fizikaviy va kimyoviy yog'sizlantirish usullari. Yemirilish tezligi. Implantatsiyaning amaliy uslublari.

Metall–Oksid–Yarim o'tkazgich (MOYa)–struktura asosidagi integral sxemalar texnologiyasi. Komplementlar MOYa –KNS–integral sxemalar. Gibrid integral sxemalar tayyorlashning texnologik jarayonlari.

10–ma'ruza. Nanoo'lchamli yarim o'tkazgichlar fizikasi.

Yarimo'tkazgichli o'ta panjaralar

Nano fan yo'nalishlari va qo'llanilish sohalari. Mikrozarralarning to'liq xossalari. To'g'ri burchakli potensial to'siqlarda elektronlar energiyasi. Nanoo'lchamli moddalarning turlari. Nanoo'lchamli kristallarda elektronlarning energetik sathlari va kvant holatlar zichligi.

Nanoo'lchamli strukturalarni hosil qilish usullari. Nanoo'lchamli yarim o'tkazgichlar asosidagi yangi elektron qurilmalar. Nanoklastarli kremniyning magnit xossalari.

11–ma'ruza. Yarim o'tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar

Yarim o'tkazgichlarda tashqi fotoelektrik effekt. Yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligining yorug'lik ta'sirida o'zgarishi (ichki fotoelektrik effekt). Yarim o'tkazgichlarda hajmiy foto EYuK ning hosil bo'lishi. Metall–yarim o'tkazgich kontaktida foto EYuK ning hosil bo'lishi. p–n o'tishda foto EyuK ning hosil bo'lishi.

12–ma'ruza. Yarim o'tkazgichli fotoelementlarning foydali ish koeffitsiyenti.

Termoelektrik hodisalar

Fotoelementning fotosezgirligi. Ichki fotoelektrik effektida kvant chiqarish. Yarim o'tkazgichli fotoelementlarning spektral xarakteristikasi. Quyosh batareyasi. Anomal Dember effekti.

Zeebek effekti. Pelte effekti. Tomson effekti. Termoelektrik hodisalar nazariyasi. termoelektrik generatorlar va sovitgichlar. Magnit maydonida elektr o'tkazuvchanlikning o'zgarishi. Nernst effekti.

13–ma'ruza. Kremniyda chuqur sath hosil qiluvchi kirishmalar asosida kuzatiladigan fizik hodisalar.

Kompensatsiyalangan kremniyda fotoo'tkazuvchanlikning infraqizil nur ta'sirida so'nishi. Kompensatsiyalangan kremniyda fotoo'tkazuvchanlikning harorat ta'sirida so'nishi. Kompensatsiyalangan kremniyda fotoo'tkazuvchanlikning uzoq muddatli relaksatsiyasi va qoldiq o'tkazuvchanlik. Kompensatsiyalangan kremniyda manfiy magnit qarshilik.

14–ma’ruza. Bir o‘qli bosimning kompensatsiyalangan kremniydagi fotoo‘tkazuvchanlik hodisasiga ta’siri

Har tomonlama gidrostatik bosimning kompensatsiyalangan kremniydagi kirishma atomlarining holatiga ta’siri. Kompensatsiyalangan kremniydagi past chastotali avtotebranishlar. Kompensatsiyalangan kremniydagi avtotebranishlarning tabiati va o‘zaro bog‘liqligi.

15–ma’ruza. Kompensatsiyalangan kremniy asosida fizik kattaliklarni o‘lchovchi datchiklar

Infraqizil va oq nurlarni sezuvchi fotopriyomniklar. Kompensatsiyalangan kremniy asosidagi magnit maydon kuchlanganligini sezuvchi datchiklar. Kompensatsiyalangan kremniy asosidagi foton hisoblagich. Kompensatsiyalangan kremniy asosidagi harorat hisoblagich.

2.2. Amaliy mashg‘ulotlar bo‘yicha ko‘rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg‘ulotlarini o‘tkazishda quyidagi didaktik tamoyillarga amal qilinadi:

- amaliy mashg‘ulotlarining maqsadini aniq belgilab olish;
- o‘qituvchining innovatsion pedagogik faoliyati bo‘yicha bilimlarni chuqurlashtirish imkoniyatlariga talabalarda qiziqish uyg‘otish;
- talabada natijani mustaqil ravishda qo‘lga kiritish imkoniyatini ta’minlash;
- talabani nazariy metodik jihatdan tayyorlash;
- amaliy mashg‘ulotlari nafaqat aniq mavzu bo‘yicha bilimlarni yakunlash, balki talabalarni tarbiyalash manbai hamdir.

Amaliy mashg‘ulotlarini o‘tkazishda yarim o‘tkazgichlar qonunlarni o‘rganiladi. Amaliy mashg‘ulotlar kafedra imkoniyatlari va ajratilgan soatlar hajmidan kelib chiqib yo‘nalish xususiyatini hisobga olib, tanlab olinadi.

Amaliy mashg‘ulotlarning taxminiy ro‘yxati

Amaliy mashg‘ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Fundamental fizik doimiylar. Ba’zi yarim o‘tkazgichlarning xossalari.
2. Yarim o‘tkazgichlardagi zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi.
3. Yarim o‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi.
4. Yarim o‘tkazgichlarda yutilish jarayonlari.
5. Xususiy fotoo‘tkazuvchanlik. Ichki va tashqi fotoeffektlar.
6. Yarim o‘tkazgichlarda tok tashuvchilar dreyf tezligi va xarakatchanligi.
7. Chuqur sathli yarimo‘tkazgichlarni kombinatsiyaviy yoritishda fotosezgirlikning ortishi.
8. Yarim o‘tkazgichlarda Xoll effekti.
9. Fotoeffekt hodisasiga doir masalalar.
10. Quyosh elementlari volt–amper xarakteristikalari.
11. Yarim o‘tkazgichli fotoelementlarning VAX.
12. Yarim o‘tkazgichli p–n– o‘tishlarning volt–farad xarakteristikasi.
13. Yarim o‘tkazgichli quyosh elementining quvvati va FIK.
14. Quyosh elementi va modulining volt–amper xarakteristikalari.
15. Quyosh elementi va modulining volt–vatt xarakteristikalari.

2.3. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Kafedra professor – o'qituvchilari tomonidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha tavsiyalar va uslubiy qo'llanmalar ishlab chiqiladi. Laboratoriya ishlari "Yarimo'tkazgichlar fizikasi" bo'yicha o'quv stendlaridan va virtual laboratoriya ishlaridan iborat.

Laboratoriya mashg'ulotlarida tajriba metrologiya va standartlashtirish qonunlarni o'rganiladi. Laboratoriya ishlari kafedra imkoniyatlari va ajratilgan soatlar hajmidan kelib chiqib yo'nalish xususiyatini hisobga olib, tanlab olinadi. Quyidagi laboratoriya ishlari namuna sifatida tavsiya etiladi:

1. Metall–yarim o'tkazgich kontakt potentsiallar farqini volt–amper xarakteristikasining temperaturaviy bog'lanishi bo'yicha aniqlash.

2. Tunnel diodning volt–amper xarakteristikasi.

3. Diodning volt–amper xarakteristikasi.

4. Impulsi diodning xarakteristikasini o'rganish.

5. Kontakt potentsiallar farqini metall–yarim o'tkazgich kontaktning volt–farada xarakteristikasi bo'yicha aniqlash.

6. Yarim o'tkazgich materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash.

7. Yarim o'tkazgichlarda Xoll effektini o'rganish.

8. Metall–dielektrik–yarim o'tkazgich strukturalarning yuqori chastotali volt–farada xarakteristikalarini o'rganish.

2.4. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

1. Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etilgan mavzular:

2. Kontakt potentsiallar farqi.

3. Metall–yarim o'tkazgich kontakti turlari.

4. Metall–yarim o'tkazgich kontaktlarning sig'imi xususiyatlari.

5. Diffuzion va dreyf toklar.

6. Yarim o'tkazgichlar sirtida fazoviy zaryad qatlami.

7. Sirdagi elektr o'tkazuvchanlik.

8. Fazoviy zaryad sohasida zaryad tashuvchilar harakatchanligi.

9. Sirdagi sohada zaryad tashuvchilar harakatchanligini tajribada o'rganish.

10. Maydon effekti usulida yarim o'tkazgichlar sirtining energetik tuzilishini o'rganish.

11. Maydon effekti kinetikasi va tekshirishning tajribaviy usuli.

12. Chuqur markazlarning kontakt parametrlariga ta'siri.

13. Yarim o'tkazgichlar sathidagi "tez" sathlar.

14. Sirdagi yopishish sathlari.

15. "Tez" sirdagi sathlarning tabiati.

16. "Sekin" sirdagi sathlarning energetik spektri.

17. Sirda yuz beradigan sekin relaksatsion hodisalarni tajribada o'rganish.

18. Geterogen sirt modeli.

19. "Sekin" sirdagi sathlar tabiati.

20. Yarim o'tkazgichlarning haqiqiy va atomar toza sirti.

21. "Sekin" elektronlar difraksiyasi usulida sirtning tozaligini tekshirish.

22. Atomar toza sirtida harakatchanlik va rekombinatsiya tezligi.
23. Kanal–effekt.
24. Sohalar egilishi Y_s ni aniqlash usullari.
25. Y_s ni chiqish ishi va tashqi fotoeffekt chegarasini bir vaqtda o‘lchashdan aniqlash.
26. Sirtidagi foto EYuK ni aniqlash.
27. Sig‘im maydon effekti usuli.
28. Muvozanat holatida p–n–o‘tishning energetic diagrammasi.
29. Bipolyar tranzistorlarning tuzilishi.
30. Maydonli tranzistorlar.
31. Yarim o‘tkazgich asboblari sirtini barqarorlash
32. Kremniyni termik oksidlash.
33. p–n–o‘tishlarni himoyalash usullari
34. To‘g‘rilagich diodlar.
35. Yarim o‘tkazgichning katalitik ta’siri.
36. Chiqish ishi, elektr o‘tkazuvchanlik va katalitik faollik orasidagi bog‘lanish.
37. p – n– o‘tishning sig‘im xususiyatlari. Varikaplar.
38. Uch va to‘rt xil atomlardan tashkil topgan yarim o‘tkazgich materiallar
39. Miller indekslari. Teskari elementar panjara.
40. Birdan ko‘p energetic sath hosil qiluvchi kirishma atomlari mavjud bo‘lgan yarim o‘tkazgichlar.
41. Turli omillarning katalitik faollikka ta’siri.
42. Katalizda Fermi sathi.
43. Katalitik reaksiyalarning electron mexanizmlari.
44. Kompensatsion effect.
45. Sirt tuzilishi nuqsonlarining adsorlashdagi o‘rni
46. Yarim o‘tkazgich–dielektrik chegarasidagi sirtiy holatlar tabiati.

III. Ta’lim natijalari (kasbiy kompetensiyalar)

Fanni o‘zlashtirish natijasida talaba:

1. Qattiq jismlarning kristall tuzilishi, monokristall va polikristall qattiq jismlarning tuzilishi, kristallanish, xususiy va aralashmali yarim o‘tkazgichlar va ularda uchraydigan nuqsonlar, p–n–o‘tishga ega yarim o‘tkazgichli asboblarning ishlash prinsipi va xarakteristikalari, yarim o‘tkazgichlarning issiqlik o‘tkazuvchanligi va harorat ta’sirida yarim o‘tkazgichlarning VAX va VVX larini tadqiqotlar davomida o‘rganishga oid tasavvur va bilimga ega bo‘lishi;

2. Yarim o‘tkazgichlardan tayyorlangan diod, tranzistor, Tunnel diodlar va yarim o‘tkazgichli sezgir datchiklardan foydalanish davomida tayyorlash texnologiyasini o‘rganish, sinovdan o‘tkazish orqali o‘lchash natijalarini qayta ishlash ko‘nikmalariga ega bo‘lishi;

3. Yarim o‘tkazgichlarda asosiy va asosiy bo‘lmagan tok tashuvchi kovak va elektronlarni harakatlanishidan yuzaga keladigan issiqlik jarayonlarini tahlil qilish va yuzaga keladigan dreyf toklarini o‘rganish, ularning foydali ish koeffitsiyentlari va asosiy tok tashuvchilarning elektr energiya samaradorligini oshirish masalalarini mustaqil yechish malakasiga ega bo‘lishi kerak.

IV. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

- ma'ruzalar;
- muammoli ta'lim texnologiyasini qo'llash;
- kompyuterli ta'lim va o'qitishning boshqa texnik vositalarini tadbiq etish;
- talabalarni mustaqil fikrlashga va o'z fikrini erkin bayon etishga o'rgatish;
- o'qitishning noan'anaviy modellarini qo'llash;
- interfaol keys stadiyalar;
- yangi pedagogik texnologiyalar (“Aqliy hujum”, “Bumerang”, Klaster, Blits so'rov,...) dan foydalanish;
- taqdimotlarni qilish.

V. Kreditlarni olish uchun talabalar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishni topshirishi, mustaqil ish topshiriqlarini bajarishi lozim.

VI. Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlari va axborot manbalari

6.1. Asosiy adabiyotlar

- 1.Peter Y. Yu Manuel Cardona. “Fundamentals of Semiconductors”, Physics and Materials Properties, Springer–Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
- 2.Donald A. Neamen. “Semiconductor Physics and Devices”, Basic Principles, 2012.
- 3.Teshaboev A.T., Zaynobiddinov S.Z., Ismoilov K.A., Ermatov Sh.A., Abduazimov M.A. “Nanozarralar fizikasi, kimyosi va texnologiyalari” O'quv qo'llanma. – T.: Kamalak pres. 2014.
- 4.Азизов М.А. Ярим ўтказгичлар физикаси.– Т.: Ўқитувчи, 1974.
- 5.Турдиев Н.Ш. Радиоэлектроника асослари. – Т.: Ўқитувчи, 1992.
- 6.Zaynobiddinov S., Akramov X. Yarimo'tkazgichlar parametrlarini aniqlash usullari. – T.: “O'zbekiston”, 2001.
- 7.Акрамов Х., Зайнобиддинов С., Тешабоев А. Ярим ўтказгичларда фотоэлектрик hodisalar. – Т.: Ўзбекистон, 1974.
- 8.Zaynobiddinov S., Teshaboyev A. Yarim o'tkazgichlar fizikasi.–T.: O'qituvchi, 1999.
- 9.Vlasov S.I., Nazirov D.E., Begmatova D.A. Yarim o'tkazgich asboblari fizikasidan praktikum. I–qism. – T.: “Universitet”, 2000.
- 10.Vlasov S.I., Nazirov D.E., Begmatova D.A. Yarim o'tkazgich asboblari fizikasidan praktikum. II–qism. – T.: “Universitet”, 2000.
- 11.Tursunmetov K.A., Valiyev U.Q., Mavlyanov H.Yu., Hamidjonov I.X. Yarim o'tkazgichlar fizikasidan savol va masalalar to'plami. O'quv qo'llanma, T.: “Universitet”, 2012.

6.2. Qo‘shimcha adabiyotlar

1.Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017. 488 b.

2.Aripov X.K., Abdullaev A.M., Alimova N.B., Bustanov X.X., Obedkov Yu.V., Toshmatov Sh. T. Elektronika. O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, Toshkent 2008.

3.Marius Grundmann. “The Physics of Semiconductors”. Switzerland: Springer International Publishing. 3rd ed.2016.

4.Зайнабидинов С.З., Власов С.И. “Физика полупроводниковых приборов”. Т.: “Ўқитувчи”, 1992.

5.Teshaboyev A., Zaynabiddinov S.Z., Karimov I., Raximov N., Aliyev R. Yarimo‘tkazgichli asboblarning fizikasi, Andijon, Hayot, 2002.

6.3. Internet saytlari

1.<http://www.gov.uz> – O‘zbekiston Respublikasi Hukumatining rasmiy sayti.

2.<http://www.lex.uz> – O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi.

3.<http://www.ziyonet.uz> – Ta’lim portali

4.<http://www.window.edu.ru> – Butun Rossiya ta’lim portali

5.<http://avnsite.narod.ru.physic/pp/index.htm>

6.<http://solbaat.narod.ru/index.htm>

7.<http://www.intersolar.ru>

Fanning o‘quv dasturi
Qarshi muhandislik–iqtisodiyot instituti
“Fizika va elektronika” kafedrasidan ishlab chiqilgan.
2024–yil “27” июнь №12– sonli institut Kengashi
qarori bilan tasdiqlangan.

FANNING O‘QUV DASTURINI TUZUVCHILAR:
Tursunov Q. Sh.–QarMII “Fizika va elektronika” kafedrasida professori;
Xolov U. R.–QarMII “Fizika va elektronika” kafedrasida dotsenti.

Taqrizchilar:
Tursunov M.N.–O‘zR FA Fizika–texnika instituti “Yuqori sezgirlikli yarim
o‘tkazgichli datchiklar” laboratoriyasi professori;
Aliqulov M.N.–QarMII “Fizika va elektronika” kafedrasida dotsenti.

