



ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ, ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
«ՎԱՆԱՁՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ»
ՀԻՄՆԱԴՐԱՍ

Հաստատված է ամբիոնի նիստում

Քիմիայի և կենսաբանության
ամբիոնի անվանումը

Ամբիոնի վարիչ Ղազարյան Ա. Հ.

/Ա.Ա.Հ/

Արձանագրություն № 12

« 25 » հունվար 2024 թ.

ՔԿ/բ-100 ՄԻԿՐՈԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱՅԻ ՀԻՍՈՒՆՔՆԵՐ ԴԱՍՇՆԹԱՑԻ

Դասիչ, դասընթացի անվանում

ՈՒՍՈՒՄՆԱՄԵԹՈՂԱԿԱՆ ՓԱԹԵԹ

Մասնագիտություն՝	<u>055102.00.6 Ռադիոֆիզիկա</u> <small>/դասիչ, մասնագիտության լրիվ անվանումը/</small>
Կրթական ծրագիր՝	<u>055102.01.6 Ռադիոֆիզիկա</u> <small>/դասիչ, կրթական ծրագրի լրիվ անվանումը/</small>
Որակավորման աստիճան՝	<u>Ռադիոֆիզիկայի բակալավր</u> <small>/բակալավր, մագիստրատուրա/</small>
Ամբիոն՝	<u>Քիմիայի և կենսաբանության</u> <small>/ամբիոնի լրիվ անվանումը/</small>
Ուսուցման ձևը՝	<u>Առկա</u> <small>/առկա, հեռակա/</small>
Կուրս/կիսամյակ Դասախոս(ներ)՝	առկա <u>4-րդ կուրս /8-րդ կիսամյակ</u> <u>Քոչարյան Վ. Ռ.</u> <small>/անուն, ազգանուն/</small>
Էլ. հասցե/ներ՝	<u>vilenkoch@gmail.com</u>

Վանաձոր- 2024թ.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1. [Դասընթացի դերը և տեղը կրթական ծրագրում](#)Ошибка! Закладка не определена.
2. [Դասընթացի նպատակը և խնդիրները](#).....Ошибка! Закладка не определена.
3. [Դասընթացին մասնակցելու նախնական մուտքային գիտելիքները, կարողությունները և հմտությունները](#).....Ошибка! Закладка не определена.
4. [Դասընթացը ձևավորում է հետևյալ կրթական վերջնարդյունք\(ներ\)ը](#) . Ошибка! Закладка не определена.
5. [Դասընթացի դերը կրթական ծրագրի շրջանավարտների գիտելիքների, կարողությունների և հմտությունների ձևավորման հարցում ըստ աշխատաշուկայի պահանջների](#).Ошибка! Закладка не определена.
6. [Դասընթացի ծավալը, ուսումնական աշխատանքի տեսակները, արդյունքների ամփոփման ձևերը](#)Ошибка! Закладка не определена.
7. [Ուսումնական աշխատանքների տեսակները](#)Ошибка! Закладка не определена.
8. [Դասավանդման մեթոդներն](#)Ошибка! Закладка не определена.
9. [Ուսումնառության մեթոդներ](#).....Ошибка! Закладка не определена.
10. [Դասընթացի համառոտ բովանդակությունը, ուսումնական աշխատանքի ծավալը](#)Ошибка! Закладка не определена.
11. [Ուսումնամեթոդական գրականության ապահովման քարտ](#) Ошибка! Закладка не определена.
12. [Դասընթացի ուսումնամեթոդական քարտ](#)Ошибка! Закладка не определена.
13. [Դասընթացի նյութատեխնիկական միջոցների ապահովում](#)..... Ошибка! Закладка не определена.
14. [Գնահատում](#).....Ошибка! Закладка не определена.
- 14.1. [Գիտելիքների ստուգման և գնահատման բաղադրիչներ](#) Ошибка! Закладка не определена.
- 14.2. [Ուսանողների գիտելիքների ստուգում](#).....Ошибка! Закладка не определена.
- 14.3 [Հարցաշար \(ըստ ծրագրի\)](#).....Ошибка! Закладка не определена.
- 14.4 [Գնահատման չափանիշները](#).....Ошибка! Закладка не определена.
- [ԴԱՍԸՆԹԱՑԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ՆԿԱՐԱԳԴԻՉ](#)Ошибка! Закладка не определена.

ԲԱՑԱՏՐԱԳԻՐ

1. Դասընթացի դերը և տեղը կրթական ծրագրում¹.

Դասընթացը դերը ժամանակակից պատկերացումների հիման վրա կիրառական ֆիզիկայի և տեխնիկայի կարևոր բաժիններից մեկի՝ միկրոէլեկտրոնիկայի ուսումնասիրությունն է, որն անհրաժեշտ է ժամանակակից սարքերի աշխատանքի սկզբունքները որակապես և քանակապես բացատրելու և համապատասխան օրինաչափություններ ստանալու համար:

2. Դասընթացի նպատակը և խնդիրները.

2.1. Դասընթացի նպատակն է ուսանողների մոտ ձևավորել հստակ պատկերացում ժամանակակից միկրոէլեկտրոնիկայի հիմքում ընկած ֆիզիկական երևույթների մասին:

2.2. Դասընթացի խնդիրներն են ապագա մասնագետներին միկրոէլեկտրոնային սխեմաների և նրանց հիման վրա պատրաստված սարքերի ծանոթացումն ու ժամանակակից տեխնիկայի իմացության զարգացումն է, որն անհրաժեշտ է նրանց գիտական և գործնական պատկերացումների զարգացման գործում:

3. Դասընթացին մասնակցելու նախնական մուտքային գիտելիքները, կարողությունները և հմտությունները /դասընթացները/.

3. 1. Մաթեմատիկական առարկայախումբ - Մաթեմատիկական անալիզ, վեկտորական և թենզորական հաշիվ, դիֆերենցիալ հավասարումների տեսություն:

3. 2. Ընդհանուր և տեսական ֆիզիկա առարկայախումբ - մոլեկուլյար ֆիզիկա, էլեկտրամագնիսականություն, ատոմային ֆիզիկա, քվանտային մեխանիկա, մետաղների, դիէլեկտրիկների, կիսահաղորդիչների և կիսահաղորդչային սարքերի ֆիզիկա:

4. Դասընթացը ձևավորում է հետևյալ կրթական վերջնարդյունք(ներ)ը² և /կամ կոմպետենցիաները.

Գիտելիք.

- ✓ Դասընթացի պատմության և հիմունքների իմացություն,
- ✓ ինտեգրալ սխեմաների նախագծման հիմքում ընկած մոտեցումների իմացություն,
- ✓ կիմանա տարբեր տեսակի հանգույցներում ֆիզիկական երևույթների օգտագործման մեթոդները,
- ✓ ազդանշանների ներկայացման հիմնական ֆիզիկական սկզբունքների և ձևափոխման տեսական հիմունքների իմացություն,
- ✓ կտիրապետի ապագա միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարներին:

Կարողություն

- ✓ ձեռք բերած տեսական գիտելիքները գործնականում կիրառելու կարողություն,
- ✓ ուսումնամեթոդական և ինքնուրույն վերլուծական աշխատանքներ կատարելու ունակություն,
- ✓ գծային, ոչ գծային և պարամետրական միկրոէլեկտրոնային շղթաներում ընթացող պրոցեսները և ազդանշանների փոխակերպումները մաթեմատիկորեն

¹ Ներկայացվում է դասընթացի կարևորությունը տվյալ կրթական ծրագրի խնդիրների լուծման հարցում և տեղը ուսումնական պլանում ըստ կրթաբլոկների

² <http://www.vsu.am/karg/ararkayakan-nkaragir-17.pdf>

Լրացվում է «Առարկայի նկարագրի մշակման ռազմավարության» կոմպետենցիաների ցանկին համապատասխան:

նկարագրելու կարողություն:

Հմտություն

- ✓ փորձարարական սարքերի հետ աշխատելու և փորձերի արդյունքները բացատրելու հմտություններ
- ✓ Անալոգային և թվային միկրոէլեկտրոնային սխեմաների տիպային կասկադների (ուժեղացուցիչ, դետեկտոր, հաճախության փոփոխիչ, մոդուլյատոր, գեներատոր) գործնական կիրառությունների տիրապետում:

5. Դասընթացի դերը կրթական ծրագրի շրջանավարտների գիտելիքների, կարողությունների և հմտությունների ձևավորման հարցում ըստ աշխատաշուկայի պահանջների³.

Դասընթացի յուրացման արդյունքները, ստացած գիտելիքները, հմտությունները և կարողությունները կրթական ծրագրի շրջանավարտների կողմից կարող են կիրառվել ուսուցման պրոցեսում, տարբեր նշանակության միկրոէլեկտրոնային սխեմաների նախագծման, կառուցման, կիրառման և այլ ռադիոէլեկտրոնային աշխատանքներ իրականացնելիս:

6. Դասընթացի ծավալը, ուսումնական աշխատանքի տեսակները, արդյունքների ամփոփման ձևերը

Չափանիշ	Առկա ուսուցման համակարգ	Հեռակա ուսուցման համակարգ
Դասընթացի ընդհանուր աշխատատարությունը (կրեդիտ /ընդհանուր ժամաքանակ)	6 կրեդիտ/180 ժամ	

Աշխատանքի տեսակը	Ժամաքանակ	Ժամաքանակ
Դասախոսություն	48	
Գործնական աշխատանք	24	
Մեմինար պարապմունք		
Լաբորատոր աշխատանք	-	
Ինքնուրույն աշխատանք	108	
Ընդամենը	180	
Ստուգման ձևը (ընթացիկ քննություն/ հանրագումարային քննություն)	Քննություն	

7. Ուսումնական աշխատանքների տեսակները⁴.

- **Դասախոսությունը** դասախոսի կողմից դասընթացի ծրագրի շրջանակներում գիտական-տեղեկատվական թեմայի վերաբերյալ տրամաբանորեն կառուցված, հետևողական ու պարզ խոսքի շարադրանքն է, որի նպատակն է ուսանողին տալ համապարփակ գիտելիքներ: Դասախոսը վերլուծում, մեկնաբանում է թեմայի առավել կարևոր, դժվար ընկալելի, հանգուցային հարցերը: Դասախոսությունը ուսանողի առջև ուրվագծվող

³ Նշվում է, թե տվյալ դասընթացի յուրացման, ամփոփման արդյունքում ձեռքբերված գիտելիքները, հմտությունները և կարողությունները աշխատաշուկայի որ բնագավառներում և ոլորտներում կարող է շրջանավարտը կիրառել

⁴ Թողել այն տեսակը, որը տվյալ դասընթացի դասավանդման համար նախատեսված է: Դասավանդողը կարող է նկարագրությունը փոխել կամ լրացումներ կատարել:

գիտական մի ճանապարհ է, որը նա կարող է միայն անցնել գիտական գրականության ընթերցանության, ուսումնական բնույթի այլ պարապմունքների և ինքնուրույն կատարած աշխատանքների շնորհիվ: Դասախոսը պետք է խթանի ուսանողի ակտիվ իմացաբանական գործունեությունը, նպաստի նրանց ստեղծագործական մտածողության ձևավորմանը: Ուսանողը նույնպես պետք է լինի դասախոսության ակտիվ մասնակից: Ուսանողը դասախոսությանը ներկայանալուց առաջ պետք է ծանոթացած լինի տվյալ դասին ներկայացվող թեմային, որպեսզի կարողանա մասնակցել ուսումնական գործընթացին:

- **Գործնական աշխատանքների** ժամանակ ուսանողը կատարում է լսարանային աշխատանք՝ դասախոսի անմիջական ղեկավարման ներքո: Գործնական պարապմունքները անցկացվում են գործնական խնդիրների լուծման, առաջադրանքների իրականացման, թեստերի, իրավիճակային վերլուծությունների, գործարար խաղերի, խմբային աշխատանքների, տնային առաջադրանքների, ուղեղային գրոհների, ինտերակտիվ ուսուցման միջոցով՝ տեսական գիտելիքները կիրառելու, գործնական ունակությունների և հմտությունների ձեռքբերման և ամրապնդման նպատակով: Դասախոսն առաջադրում է գործնական պարապմունքների թեման, նպատակը, խնդիրները, այն հարցերը, որոնք պետք է լուծել գործնական պարապմունքի ընթացքում, գործնական պարապմունքի անցկացման մեթոդները և պատասխանում է ուսանողների տված հարցերին:
- **Մեմինար պարապմունքները** խմբային պարապմունքների հիմնական տեսակներից է, որի ընթացքում ուսանողը սովորում է բանավոր շարադրել նյութը, պաշտպանել իր տեսակետները և եզրահանգումները: Մեմինարի ընթացքում ուսանողները քննարկում, պատասխանում են թեման, զեկույցները և ռեֆերատները, որոնք հանձնարարել է դասախոսը:
Մեմինարին պատրաստվելու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել հիմնական և լրացուցիչ գրականություն տվյալ թեմայով: Գրականության ուսումնասիրությունից և համառոտագրումից հետո պետք է կազմել պլան՝ բանավոր պատասխանի համար, ապա մտածել ելույթի բովանդակության հարցադրումների և պատասխանների մասին:
- **Լաբորատոր աշխատանքները** նպաստում են տեսական նյութի առավել լավ յուրացմանը և ամրապնդմանը: Լաբորատոր աշխատանքները նպատակ ունեն ամրապնդելու ուսումնասիրվող թեմաների տեսական դրույթները, ուսանողներին ուսուցանելու փորձարարական հետազոտությունների մեթոդները, հաղորդելու ինքնուրույն վերլուծության, տվյալների ամփոփման, լաբորատոր սարքավորումների, համակարգիչների, սարքերի, էլեկտրոնային ծրագրերի հետ աշխատելու փորձ և հմտություններ: Լաբորատոր աշխատանքն անցկացման համար ուսանողը պարտավոր է ուսումնասիրել թեմային վերաբերող տեսական նյութը (դասախոսություն, համապատասխան գրականություն) և փորձի, հետազոտության մեթոդալոգիան:
Դասախոսի հսկողությամբ ուսանողը իրականացնում է փորձը, հետազոտությունը, գրանցում է արդյունքները և կատարում (գրանցում) համապատասխան եզրակացություն
- **Ինքնուրույն աշխատանքը** ուսանողների ուսումնական, գիտահետազոտական աշխատանքն է, որն իրականացվում է դասախոսի առաջադրանքով և մեթոդական ղեկավարությամբ, բայց առանց նրա անմիջական ղեկավարության:

Ինքնուրույն աշխատանքի տեսակներն են⁵

- **Ռեֆլեքստ** – ուսանողների ինքնուրույն գրավոր, որտեղ ուսանողը շարադրում է որևէ հարցի կամ թեմայի էությունը՝ հենվելով գրական աղբյուրների վրա (դասագրքեր, ձեռնարկներ և այլն):
- **Գործարար խաղեր** – պայմանական իրավիճակներում սոցիալ-տնտեսական համակարգերի և մարդկանց մասնագիտական գործունեության կառավարման գործընթացների նմանակեղծային մոդելավորում՝ առաջացող հիմնախնդիրների ուսումնասիրման և լուծման նպատակով:
- **Էսսե** – արձակ ստեղծագործություն՝ քննադատության և լրագրության ժանրի որևէ խնդրի ազատ վերլուծություն:
- **Կլոր սեղան** – ինքնուրույն աշխատանքի ձևին բնորոշ է թեմատիկ բանավեճի համադրումը խմբային աշխատանքի հետ:
- **Կոնկրետ իրավիճակների վերլուծություն** – ուսանողների ակտիվ գործունեության կազմակերպման ամենաարդյունավետ և տարածված ձևերից մեկն է, որը զարգացնում է մասնագիտական և կեցությանը վերաբերող տարբեր հարցերի վերլուծության կարողությունը:
- **Նախագծերի մեթոդ** – ուսումնաճանաչողական, ստեղծագործական կամ խաղային համատեղ գործունեության տեսակ է, սովորող-գործընկերների միջև, որոնք ունեն ընդհանուր նպատակ և համաձայնեցված միջոցներ՝ ուղղված որևէ խնդրի լուծման կամ որոշակի արդյունքի ձևակերպման:
- **Հարցի նախապատրաստման մոդել** – կամավորության սկզբունքով ընտրված ուսանողն իր նախընտրած հակիրճ ձևով նախապատրաստում է տվյալ առարկայից քննության կամ ստուգարքի հարցերի իր պատասխանների փաթեթը: Քննությունից (ստուգարքից) 1 շաբաթ առաջ նա հանձնում է փաթեթը դասախոսին, որը ստուգում է այդ նյութերը և որոշում դրանց համապատասխանությունը տվյալ առարկայի բովանդակությանը:
- **Ինքնուրույն աշխատանք համացանցում** – նոր տեղեկատվական տեխնոլոգիաները կարող են օգտագործվել հետևյալ նպատակներով՝ համացանցում անհրաժեշտ տեղեկատվության որոնման համար, երկխոսություն համացանցում, թեմատիկ ցանցային էջերի օգտագործում:
- **Աշխատանքային տեսք** – նախատեսված է ուսանողների ինքնուրույն աշխատանքների համար և թույլ է տալիս գնահատել ուսումնական նյութի յուրացման աստիճանն ուսանողների կողմից:
- **Զեկույց** – որևէ գիտական կամ հետազոտական թեմայի շուրջ կատարած եզրակացությունների, ստացած արդյունքների ներկայացում ուսանողի կողմից:
- **Հարցազրույց** – վերահսկողության միջոց, որը կազմակերպվում է որպես հատուկ զրույց դասավանդողի և ուսանողների միջև՝ կապված այնպիսի թեմայի հետ ինչպիսին կարգապահությունն է, և նախատեսված է հստակեցնել ուսանողների գիտելիքների շրջանակը կոնկրետ թեմայի, հարցի վերաբերյալ:

8. Դասավանդման մեթոդներն են⁶ հիմնահարցային դասախոսություն, դասախոսություն-երկխոսություն, դասախոսություն-քննարկում, *թեմատիկ սեմինար*, սեմինար-բանավեճ, գործնական աշխատանք՝ անհատական աշխատանք, գործնական աշխատանք՝ խմբային աշխատանք, ուսուցում գործողությամբ (action learning), իրավիճակային խնդիրների վերլուծություն, գործարար խաղեր. . . .

9. Ուսումնասիրության մեթոդներն են⁷ մտքերի քարտեզագրում, թիմային քննարկում, իրադրությունների վերլուծություն, ալգորիթմների և հրահանգների կազմում, աղյուսակների և դասակարգման համեմատման և համակարգման սխեմաների կազմում, փորձի/հետազոտության արդյունքների վերաբերյալ եզրակացության ներկայացում:

⁵ Թողել այն տեսակը, որը տվյալ դասընթացի դասավանդման համար նախատեսված է: Դասավանդողը կարող է նկարագրությունը փոխել կամ լրացումներ կատարել:

⁶ Ներկայացված են օրինակներ: Դասավանդողը կարող է նկարագրությունը փոխել կամ լրացումներ կատարել:

⁷ Ներկայացված են օրինակներ: Դասավանդողը կարող է նկարագրությունը փոխել կամ լրացումներ կատարել:

10. Դասընթացի համառոտ բովանդակությունը, ուսումնական աշխատանքի ծավալը՝ ըստ բաժինների և թեմաների⁸.

h/h	Թեմա (բաժին)	Ուսումնական աշխատանքի ժամաքանակն ըստ տեսակների				
		դասախոսություն	սեմինար պարապմունք	գործնական աշխատանք	լաբորատոր աշխատանք	ինքնուրույն աշխատանք
1.	Ներածություն: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգում, ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:	4		2		10
2.	Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ:	5		2		10
3.	Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:	5		2		10
4.	Լիցքային կապով սարքեր:	6		2		10
5.	Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:	6		2		14
6.	Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:	4		2		14
7.	Հիշասարքեր:	6		4		14
8.	Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները (դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ, էլքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ): Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈՒ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:	6		4		14
9.	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:	6		4		12
ԸՆԴԱՄԵՆԸ		48		24		108

⁸ Նման է օրացուցային պլանին

11. Ուսումնամեթոդական գրականության ապահովման քարտ

h/h	Անվանումը/հեղինակ	Հրատարակության տարի
Պարտադիր գրականություն (ՊԳ)		
1.	Վ.Ս.Հարությունյան-Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքներ, ԵՊՀ հրատ. Վ.Ս.Հարությունյան, Մ.Ռ.Միքայելյան-Թվային միկրոէլեկտրոնիկա(պրակտիկում), ԵՊՀ հրատ. Н.А.Аваев, Ю.Е.Наумов, В.Т.Фролкин – Основы микроэлектроники, Изд. Радио и связь, М. Գասպարյան Ֆ. Վ - Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա և պինդմարմնային էլեկտրոնիկայի հիմունքներ, ուսումնական ձեռնարկ, ԵՊՀ հրատարակչություն,	1995 1982 1991 2011
Լրացուցիչ գրականություն(ԼԳ)		
1.	1. С. Зи Физика полупроводниковых приборов 2 М. "Мир" 2. Ս. Գ. Կալաշնիկով, Վ. Լ. Բոնչ-Բրուեվիչ- «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» «Լույս» Երևան, 3. Н. Ашкрофт, Н. Мермин – Физика твердого тела, перевод с англ.,М., издательство “Мир”, том 1,2 4. 4. Ф.Ф.Греков-Атомное и электронное строение кристаллов, учебное пособие, Ленинград,	1984 1988 1979 1977
Համացանցային տեղեկատվական պաշարներ (ՀՏՊ)/ Էլեկտրոնային աղբյուրներ (ԷԱ)		
1.		
2.		

12. Դասընթացի ուսումնամեթոդական քարտ

12.1.Դասախոսությունների ուսումնամեթոդական քարտ

h/h	Թեմա	Ուսումնասիրվող հարցեր	Ժամաքանակ	Գրականություն ⁹
1.	Ներածություն: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգում, ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:	Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացումը: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների տեսակները, դասակարգումը: Ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:	4	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
2.	Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ:	Մետաղ-կիսահաղորդիչ անցումներ: Շոտկիի դիոդներ և երկբևեռ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային	5	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3

⁹ Ըստ 12-րդ կետում նշված ցանկի, որ. ՝ ՊԳ 1, ԼԳ 2 և այլն

		տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ:		
3.	Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:	Դաշտային տրանզիստորներ, տեսակները, աշխատանքի սկզբունքը: Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:	5	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
4.	Լիցքային կապով սարքեր:	Լիցքային կապերի իրականացումը: Լիցքային կապով սարքեր:	6	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
5.	Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:	Բուլյան հանրահաշվի տարրերը: Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:	6	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
6.	Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:	Գանի երևույթը: Գանի գեներատորներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:	4	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
7.	Հիշասարքեր:	Հիշողության սարքերի էլեմենտներ: Տրիգերներ: Հիշասարքեր:	6	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
8.	Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները (դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ, էլքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ):Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈԻ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:	Անալոգային սխեմաների իրականացումը, տեսակները և էլեմենտները (դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ, էլքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ):Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈԻ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:	6	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
9.	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:	6	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3

12.2. Գործնական աշխատանքների /սեմինար պարապմունքների ուսումնասիրողական քարտ

Խ/Խ	Թեմա	Ուսումնասիրվող հարցեր	Ժամաքանակ	Ստուգման ձևը	Գրականություն ¹⁰
1.	Ներածություն: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգում, ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:	Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացումը: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների տեսակները, դասակարգումը	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
2.	Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ:	Մետաղ-կիսահաղորդիչ անցումներ: Շոտկիի դիոդներ և երկբևեռ տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
3.	Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:	Դաշտային տրանզիստորներ, տեսակները, աշխատանքի սկզբունքը: Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
4.	Սեմինար	1-3 թեմաներից	2	Գնահատում	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
5.	Լիցքային կապով սարքեր:	Լիցքային կապերի իրականացումը: Լիցքային կապով սարքեր:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
6.	Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:	Բուլյան հանրահաշվի տարրերը: Կիսահաղորդչային տրամաբանական սխեմաների ուսումնասիրություններ:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
7.	Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:	Գանի երևույթը: Գանի գեներատորներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3

¹⁰ Ըստ 12-րդ կետում նշված ցանկի, օր.՝ ՊԳ 1, ԼԳ 2 և այլն²

8.	Սեմինար	4-6 թեմաներից	2	Գնահատում	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
9.	Հիշասարքեր:	Հիշողության սարքերի էլեմենտներ: Տրիգերներ: Հիշասարքեր:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
10	Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները (դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ, էլքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ): Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈՒ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:	Անալոգային սխեմաների իրականացումը, Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈՒ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
11	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:	2	բանավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3
12	Սեմինար	7-9 թեմաներից	2	Գնահատում	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ3

12.3. Լաբորատոր աշխատանքների ուսումնամեթոդական քարտ

h/h	Թեմա	Ուսումնասիրվող հարցեր	Ժամաքանակ	Մտուցման ձևը	Գրականություն ¹¹
1.					
2.					

¹¹ Ըստ 12-րդ կետում նշված ցանկի, օր.՝ ՊԳ 1, ԼԳ 2 և այլն

12.4. Ինքնուրույն աշխատանքների ուսումնամեթոդական քարտ

h/h	Ինքնուրույն աշխատանքի թեմաները	Ուսումնասիրվող հարցեր	Աշխատանքի տեսակը ¹²	Ներկայացման ժամկետները	Մտուզման ձևը	Գրականություն ¹³
1.	Կիսահաղորդչային տրամաբանական սխեմաներ:	Տրամաբանական գործառույթների իրականացման սխեմաներ:	ռեֆերատ	Գրաֆիկով սահմանված ժամկետներում	գրավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ4
2.	Հիշողության սարքերի էլեմենտներ: Տրիգերներ: Հիշասարքեր:	Տրիգերների տեսակները և պատրաստման սխեմաները:	ռեֆերատ	Գրաֆիկով սահմանված ժամկետներում	գրավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ4
3.	Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈԻ-ի միացումները:	Օպերացիոն ուժեղացուցիչների կիրառությունները և միացումները:	ռեֆերատ	Գրաֆիկով սահմանված ժամկետներում	գրավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ4
4.	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ:	Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների ստացումը, կիրառությունները և միացումները:	ռեֆերատ	Գրաֆիկով սահմանված ժամկետներում	գրավոր	ՊԳ1-ՊԳ4, ԼԳ1-ԼԳ4

13. Դասընթացի նյութատեխնիկական միջոցների ապահովում¹⁴

Ռեսուրսի անվանումը	Ռեսուրսի անվանումը, քանակը, նկարագրությունը (անհրաժեշտության դեպքում)
Լսարան (հատուկ կահավորմամբ)	
Նյութեր լաբորատոր աշխատանքների համար	
Մարքեր, սարքավորումներ	
Համակարգչային ծրագրեր	
Այլ	

¹² Տես 7-րդ կետի հինգերորդ պարբերությունը

¹³ Ըստ 12-րդ կետում նշված ցանկի, օր.՝ ՊԳ 1, ԼԳ 2 և այլն

¹⁴ Նշվում են սարք-սարքավորումների, համակարգչային ծրագրերի նկարագրությունները և քանակը, որոնք անհրաժեշտ են տվյալ դասընթացի ուսումնական գործընթացը կազմակերպելու համար

14. **Գնահատում**

Համալսարանում գործում է բակալավրիատի, մագիստրատուրայի և ասպիրանտուրայի ուսանողների գիտելիքների պարբերական ստուգման և գնահատման բազմագործոնային համակարգ, որի կիրառման հիմնական նպատակներն են՝

- կազմակերպել ուսումնառության համաչափ աշխատանքային գործընթաց, ապահովել գիտելիքների համակողմանի ստուգում, խթանել ուսանողի ինքնուրույն աշխատանքը,
- իրականացնել ինքնուրույն առաջադրանքների, ընթացիկ ստուգումների (ստուգարքներ և քննություններ), ուսումնական գործընթացի այլ բաղադրիչների հաշվառում հետադարձ կապի արդյունավետ մեխանիզմների ներմուծման միջոցով՝ ի նպաստ ուսումնառության գործընթացի բարելավման:

Համալսարանում գնահատման գործընթացը կանոնակարգվում է համաձայն գործող կարգի¹⁵:

14.1. **Գիտելիքների ստուգման և գնահատման բաղադրիչներն են՝**

- գործնական (սեմինար) և լաբորատոր աշխատանքների ընթացքում նրա ակտիվության և հմտությունների հաշվառում և գնահատում ընթացիկ ստուգումների միջոցով՝ առավելագույնը գումարային 40 միավոր,
- ինքնուրույն աշխատանքների (անհատական առաջադրանքներ) հաշվառում և գնահատում առավելագույնը գումարային 20 միավոր,
- դասընթացի ենթաբաժինների և ծրագրով նախատեսված այլ առաջադրանքների կատարման և յուրացման ընթացիկ ստուգում և գնահատում կիսամյակի ընթացքում (ընթացիկ քննություններ կամ ստուգարքներ)՝ առավելագույնը գումարային 40 միավոր,
- ստուգման արդյունքների ամփոփում գնահատման նշված բաղադրիչների արդյունքների հիման վրա և դասընթացի արդյունարար գնահատականի ձևավորում՝ առավելագույնը գումարային 100 միավոր:

14.2. **Ուսանողների գիտելիքների ստուգում .**

Դասընթացն ամփոփվում է քննությամբ/ստուգարքով/:

Քննությամբ ամփոփվող դասընթացն ավարտվում է կիսամյակի 2 քննության միջոցով և մյուս բաղադրիչների գնահատումների արդյունքներով:

(Ստուգարքով ամփոփվող դասընթացն ավարտվում է կիսամյակի ընթացքում ուսումնական նյութի յուրացման աստիճանը որոշող 2 ընթացիկ ստուգումների և

¹⁵«Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան» հիմնադրամի ուսանողների գիտելիքների ստուգման, գնահատման և հաշվառման կանոնակարգ» (ընդունված ՎՊՀ-ի գիտական խորհրդի կողմից 30.06.2022թ.),

մյուս բաղադրիչների գնահատումների արդյունքներով):¹⁶

14.3. Հարցաշար (ըստ ծրագրի)

1. Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգումը:
2. Ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:
3. Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ:
4. Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ:
5. Միկրոհզոր տրանզիստորներ:
6. Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:
7. Լիցքային կապով սարքեր:
8. Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:
9. Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:
10. Հիշասարքեր:
11. Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները:
12. Դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ:
13. Ելքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ:
14. Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ:
15. ՕՈԻ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:
16. Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ:
17. Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:

Ա) 1-ին ընթացիկ քննություն (կիսամյակի 9-10 շաբաթվա ընթացքում)

▪ Ընդգրկված թեմաները.

1. Ներածություն: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգում, ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:
2. Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ:
3. Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:
4. Լիցքային կապով սարքեր:
5. Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:
6. Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:

▪ Ընդգրկված հարցեր.

1. Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգումը:
2. Ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները:
3. Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ:
4. Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ:
5. Միկրոհզոր տրանզիստորներ:
6. Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ:
7. Լիցքային կապով սարքեր:
8. Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը:

Բ) 2-րդ ընթացիկ քննություն (կիսամյակի 19-20 շաբաթվա ընթացքում)

▪ Ընդգրկվող թեմաները.

¹⁶ Կիրառվում է կամ առաջին, կամ երկրորդ պարբերությունն ըստ դասընթացի ամփոփման ձևի:

1. Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:
2. Հիշասարքեր:
3. Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները (դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ, էլքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ): Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈԻ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:
4. Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:

▪ **Ընդգրկված հարցեր.**

1. Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երևույթի վրա:
2. Հիշասարքեր:
3. Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները:
4. Դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ:
5. Ելքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ:
6. Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ:
7. ՕՈԻ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում:
8. Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ:
9. Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:

14.4. Գնահատման չափանիշները¹⁷.

1. Տեսական գիտելիքները 40 միավոր:
2. Գործնական (սեմինար) աշխատանքներ 40 միավոր:
3. Ինքնուրույն աշխատանքը 20 միավոր:

¹⁷ Լրացվում է ըստ ամբիոնի /դասախոսի որոշման

«ՎԱՆԱԶՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ»
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ԴԱՍԸՆԹԱՑԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ՆԿԱՐԱԳՐԻՉ

Մասնագիտություն՝

055102.00.6 Ռադիոֆիզիկա

/դասիչ, մասնագիտության լրիվ անվանումը/

Կրթական ծրագիր՝

055102.01.6 Ռադիոֆիզիկա

/դասիչ, կրթական ծրագրի լրիվ անվանումը/

Որակավորման աստիճան՝

Ռադիոֆիզիկայի բակալավր

/բակալավր, մագիստրատուրա/

Վանաձոր 2024

Առկա ուսուցման համակարգ

Դասընթացի թվանիշը, անվանումը	ՔԿ/բ-100 -Միկրոէլեկտրոնիկայի հիմունքներ			
Դասընթացին հատկացվող կրեդիտը	6 կրեդիտ			
Ուսումնառության տարի / կիսամյակ	4-րդ կուրս, 2-րդ կիսանյակ			
Ժամերի բաշխումը	Լսարանային	72	Դասախոսություն	48
			Սեմինար	
			Լաբորատոր աշխատանք	
			Գործնական աշխատանք	24
	Ինքնուրույն	108		
Ընդամենը	180			
Ստուգման ձևը	Քննություն			
Դասընթացի նպատակը	Դասընթացի նպատակն է ուսանողների մոտ ձևավորել հստակ պատկերացում ժամանակակից միկրոէլեկտրոնիկայի հիմքում ընկած ֆիզիկական երևույթների մասին:			
Դասընթացի վերջնարդյունքները	<p>Դասընթացը ձևավորում է կրթական ծրագրի հետևյալ վերջնարդյունք(ներ)ը.</p> <p>Գիտելիք.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Դասընթացի պատմության և հիմունքների իմացություն, ✓ ինտեգրալ սխեմաների նախագծման հիմքում ընկած մոտեցումների իմացություն, ✓ կիմանա տարբեր տեսակի հանգույցներում ֆիզիկական երևույթների օգտագործման մեթոդները, ✓ ազդանշանների ներկայացման հիմնական ֆիզիկական սկզբունքների և ձևափոխման տեսական հիմունքների իմացություն, ✓ կտիրապետի ապագա միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարներին: <p>Կարողություն</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ձեռք բերած տեսական գիտելիքները գործնականում կիրառելու կարողություն, ✓ ուսումնամեթոդական և ինքնուրույն վերլուծական աշխատանքներ կատարելու ունակություն, ✓ գծային, ոչ գծային և պարամետրական միկրոէլեկտրոնային շղթաներում ընթացող պրոցեսները և ազդանշանների փոխակերպումները մաթեմատիկորեն նկարագրելու կարողություն: <p>Հմտություն</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ փորձարարական սարքերի հետ աշխատելու և փորձերի 			

	<p>արդյունքները բացատրելու հմտություններ</p> <p>✓ Անալոգային և թվային միկրոէլեկտրոնային սխեմաների տիպային կասկադների (ուժեղացուցիչ, դետեկտոր, հաճախության փոփոխիչ, մոդուլյատոր, գեներատոր) գործնական կիրառությունների տիրապետում:</p>
<p>Դասընթացի բովանդակությունը</p>	<p>Թեմա 1. Ներածություն: Միկրոէլեկտրոնային սարքավորումների դասակարգում, ինտեգրալ միկրոսխեմաներում էլեմենտների մեկուսացման եղանակները: Թեմա 2. Շոտկիի երկբևեռ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ: Միկրոհզոր տրանզիստորներ: Թեմա 3. Ինտեգրալ դաշտային տրանզիստորներ: Թեմա 4. Լիցքային կապով սարքեր: Թեմա 5. Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը, հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը: Թեմա 6. Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆունկցիոնալ էլեմենտներ և սարքավորումներ հիմնված Գանի երկույթի վրա: Թեմա 7. Հիշասարքեր: Թեմա 8. Անալոգ ինտեգրալ սխեմաների տեսակները և էլեմենտները (դիֆերենցիալ ուժեղացուցիչ, էլքային կասկադ և մակարդակի շեղման կասկադ): Օպերացիոն գործույթային ուժեղացուցիչ: ՕՈՒ-ի միացումները միկրոէլեկտրոնային սարքավորումներում: Թեմա 9. Հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների էլեմենտներ: Միկրոէլեկտրոնիկայի զարգացման հեռանկարները:</p>
<p>Գնահատման մեթոդները և չափանիշները</p>	<p>Գնահատումն իրականացվում է «ՎՊՀ ուսանողների գիտելիքների ստուգման, գնահատման և հաշվառման կանոնակարգ»-ին համապատասխան:</p> <p>https://new.vsu.am/karg/2023/usanoxneri%20giteliqneri%20stugman.pdf</p>
<p>Գրականություն</p>	<p>Պարտադիր- Վ.Մ.Հարությունյան-Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքներ, ԵՊՀ հրատ. 1995</p> <p>Վ.Մ.Հարությունյան, Մ.Ռ.Միքայելյան-Թվային միկրոէլեկտրոնիկա(պրակտիկում), ԵՊՀ հրատ.1982</p> <p>Н.А.Аваев, Ю.Е.Наумов, В.Т.Фролкин – Основы микроэлектроники, Изд. Радио и связь, М. 1991</p> <p>Գասպարյան Ֆ. Վ - Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա և պինդմարմնային էլեկտրոնիկայի հիմունքներ, ուսումնական ձեռնարկ, ԵՊՀ հրատարակչություն,2011</p> <p>Լրացուցիչ- С. Зи Физика полупроводниковых приборов 2 М. "Мир" 1984</p> <p>Ս. Գ. Կալաշնիկով, Վ.Լ.Բոնչ-Բրուեվիչ- «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» «Lույս» Երևան,1988</p> <p>Н. Ашкрофт, Н. Мермин – Физика твердого тела, перевод с англ., М., изд. "Мир", том 1, 2 ,1979</p> <p>Ф.Ф.Греков-Атомное и электронное строение кристаллов, учебное пособие, Ленинград, 1977</p>

