

# TALABALARNING NANOELEKTRONIKA KURSI BO'YICHA KREATIV FIKRLASH QOBILIYATLARINI RIVOJLANTIRISH MODELI

**S.Yu.Xoliqulova**

Qarshi davlat universiteti, 1-kurs doktoranti

e-mail: [saodatxoliqulova93@gmail.com](mailto:saodatxoliqulova93@gmail.com)

ORCID: 0009-0004-8043-8789

Tel: +998999570836

## **Annotatsiya**

*Maqolada fan va texnikaning yangi sohasi bo'lgan nanoelektronika fanining istiqboli, nanoelektronika kursida o'rganiladigan qonuniyatlarning fizik asoslari, nanoelektronikaga oid asosiy tushunchalarini o'rganishning ilmiy - metodik talablari bayon etilgan.*

*Talabalarda nanoelektronika kursiga oid tizimli bilimlar bilan birga amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish, nanoelektronikaga oid tadqiqot usullaridan foydalanish yo'llari ko'rsatib berilgan.*

*Nanoelektronika kursi bo'yicha kreativ fikrlash layoqatlarini rivojlantirishga mo'ljallangan kreativ dars modeli ilmiy metodik asoslangan*

**Tayanch so'zlar:** nanotexnologiya, nanoelektronika, nanoo'lcham, kreativ yondashuvlar, kreativ darslar, fikrlash qobiliyati, ta'lim modeli.

## **A MODEL FOR DEVELOPING STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS IN THE NANO ELECTRONICS COURSE**

**S.Yu.Xoliqulova**

Karshi State University. Karshi 180100. Uzbekistan

e-mail: [saodatxoliqulova93@gmail.com](mailto:saodatxoliqulova93@gmail.com)

ORCID: 0009-0004-8043-8789

Tel: +998999570836

## **Annotation**

*The article outlines the prospects for the science of nanoelectronics, the physical foundations of the laws studied in the course of nanoelectronics, scientific and methodological requirements for the study of the basic concepts of nanoelectronics.*

*The article shows the methods of developing practical skills in students and regular knowledge of the nanoelectronics course, as well as the use of research methods related to nanoelectronics.*

*The creative lesson model is justified, designed to develop creative thinking skills in the course of nanoelectronics,*

**Key words:** nanoelectronics, creative approaches, thinking ability, education model

## **МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ**

**С. Ю. Холикулова**

Каршинский государственный университет. Карши 180100. Узбекистан

e-mail: [saodatxoliqulova93@gmail.com](mailto:saodatxoliqulova93@gmail.com)

ORCID: 0009-0004-8043-8789

Tel: +998999570836

### **Аннотация**

*В статье изложены перспективы науки о нанoeлектронике, физические основы закономерностей изучаемых в курсе нанoeлектроники, научно-методические требования к изучению основных понятий нанoeлектроники.*

*Показаны методы развития у студентов практических навыков и регулярное знание курса нанoeлектроники, а также использование методов исследования, связанных с нанoeлектроникой.*

*Обоснована обновлённая модель урока, предназначенная для развития навыков креативного мышления по курсу нанoeлектроника,*

**Ключевые слова:** *нанoeлектроника, креативные подходы, способность мыслить, модель образования*

**Kirish.** XXI asrning zamonaviy texnologiyalari hisoblangan nanotexnologiyalar shiddat bilan hayotimizga kirib keldi va fan taraqqiyotining eng muhim ustuvor yo'nalishga aylandi. Oxirgi yillarda fan va texnikaning rivoji shunday muhim marraga kelib yetdiki, undan o'tish insonning yashash shart-sharoitlarini tubdan o'zgartirishgaolib keladi. Bu nanotexnologiyalarni texnika taraqqiyotining barcha sohalariga tadbiiq qilina boshlangani bilan bog'liqdir. Dunyodagi ko'zga ko'ringan ekspertlarning fikricha, nanotexnologiyalarning materiya bilan manipulyatsiya qilishi insoniyat hayotida katta inqilobni amalga oshiradi, kelajakda nanoelektronika kremniy mikrosxemalarini siqib chiqaradi va kompyuterlarning umumiiy ko'rsatkichlarini minglab marta oshiradi. Arzon, yengil va mustahkam nanomateriallar mashinasozlik va qurilishda ishlatiladigan materiallarning o'rnini egallaydi. Nanotexnologiyalar yordamida avtomobil sanoati ekologik xavfsiz avtomobillarni ishlab chiqaradi, ularning ichki yonuv dvigatellaridagi benzin o'rnida yuqori samarali vodorod yonilg'isi ishlatiladi. Nanomateriallar asosida tayyorlangan, foydali ish ko'effitsiyenti juda yuqori bo'lgan quyosh batareyalari energetikadan yonuvchi yoqilg'ilari o'rnini egallaydi. Qisqa qilib aytganda, nanotexnologiyalar kelajak iqtisodiiyot sohalarini, insoniyat turmush tarzi va ijtimoiy hayotiga katta ta'sir ko'rsatadi. [1,4,9]

Nanoelektronika fanini bakalavr talabalariga o'qitishdan asosiiy maqsad – ularni elektronikaning nanomiiqyosdagi tamoyillari, nanoelektronikaning nazarii

asoslari, nanomiqyosdagi qurilmalarining ishlash mexanizmi va qo'llanilishi, materialshunosligi, texnologiyalari va amaliy qurilmalari haqidagi fundamental bilim bilan tanishtirish, shuningdek nanoelektronika fanining kelajak texnologik taraqqiyotdagi o'rni haqida ilmiy dunyoqarashni shakllantirish.

**Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili.** Maqola uchun o'rganilgan adabiyotlarga ushbu mavzuga aloqador ilmiy-tadqiqot ishlarini kiritish mumkin. Jumladan E.N.Boresenkoning "Nanoelektronika" o'quv qo'llanmasi, V.N Lozovski va G.S Konstantinovalarning "Nanotexnologiya va elektronika" YE.L. Parfenova va M.G.Xusainovlarning "Fizicheskie osnovi mikro i nanoelektroniki" darsliklari, N.V Galichinaning "Razvitiye kreativnogo mishleniya na urokax fiziki" va M.M. Musurmonqulovning "Kreativ yondashuv asosida o'qitishning didaktik ta'minotini yaratish mexanizmlari" nomli o'quv qo'llanmasi, shuningdek respublika va xorijda nanoelektronika sohasiga tegishli tadqiqotlar olib borgan olimlarning asarlari, internet saytlaridan olingan manbalar asos bo'lib xizmat qildi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Nanoelektronika - elektronikaning nanometr miqyosidagi tarmoqlarini o'rganadigan fan. Nanoelektronika fanining asosiy maqsadi - kichik o'lchamli tuzilmalar olish texnologiyasi va ularda yuz berayotgan fizik jarayonlarning asosiy qonuniyatlari bilan tanishtirish, Nanoelektronika fanining predmeti esa kichik o'lchamli tuzilmalar (kvant nuqtalar, kvant sim (ip)lar, kvant o'ralar) bo'lib hisoblanadi. Mazkur fanni o'zlashtirish uchun o'quv rejasidagi "Qattiq jism fizikasi" kurslari, "Kvant fizikasi" fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlari talab etiladi.

Nanoelektronika kursini o'qitish zamonaviy metodik usullar, innovatsion texnologiyalar va ijodiy yondashuvdan foydalanishni o'z ichiga olgan kompleks yondashuvni talab qiladi. Bundan tashqari nanoelektronika – nanotuzilmalar, ularda yuz beradigan fizik hodisalarni o'rganadi. Nanotuzilmalarda sodir bo'ladigan hodisa va jarayonlar ma'lum qonunlar asosida ro'y beradi. Bu hodisalar va ularning qonuniyatlari orasidagi bog'lanishni o'rganish har bir fanning asosiy vazifasidir. Ma'lumki, klassik fizika, asosan, tabiatda ro'y beradigan, jumladan, jismlarning o'zaro ta'siri va ularning harakat qonunlari, elektromagnit va yorug'lik

bilan bog'liq hodisalar, atom va uning yadrosini o'rganadi. Biroq nanoolchamli tuzilmalarda ham turli fizik hodisalar yuz berishi mumkin. Bunday hodisalarni o'rganishda fizika fanining aniq chegarasini hozirgi vaqtda ko'rsatish mushkul. Chunki har bir yangi qilingan va qilinayotgan kashfiyotlar fizikaning qo'llanilish doirasini yanada kengaytirmoqda. Nanotuzilmalarning xossalari o'rganishda zonalar nazariyasi, mikro va nanotuzilmalarda mikrozarrachalarning kvant holatlari, ularda kvantlanish g'oyasining paydo bo'lish sabablari, nanotuzilmalarning atom va molekulyar tuzilishi hamda ularda yuz beruvchi jarayonlar yoritib beriladi.

Nanoelektronikani o'rganish jarayonida kvant o'lchamli effektlar prinsipining qo'llanilishi, shuningdek, kvant o'lchamli effektlar, ularning namoyon bo'lish shartlari, kvazizarralar, potensial o'ra va to'siqlarning fizik mohiyati, ularda ko'chish va zarracha holati, o'lchamli kvantlanish hodisalari, kvantlashgan o'ra, kvantlashgan iplar va nuqtalar, o'ta panjara uchun yarimo'tkazgichli materiallardan foydalanish, ularda yuz beruvchi fizik jarayonlar bayon qilinadi.

Nanoelektronika kursini o'rganish jarayonida nanozarrachalar, nanoklasterlar, kvant o'lchamli effektlar, kvant nuqtalari, kvant ipi, kvant o'ralari, elektronlarning energetik spektri tushunchalari tizimli o'rganiladi.

Nanoolchamli sohalarda elektronlarning o'zini tutishi uning bunday muhit chegaralaridan qaytishi, elektron to'lqinlarining interferensiyasi, to'lqinlarning potensial to'siqlardan o'tishlari bilan aniqlanadi. Bu hodisalar bilan nanotuzilmalardagi kvant o'lchamli effektlar, masalan o'z ko'chishlarida fazoviy cheklanishlarga ega bo'lgan elektronlar energiyasining kvantlanishi, elektronlarning nanometrli dielektrik qatlamlar orqali o'tishi, nanosimlar qarshiligining kvantlanishi va h.k.lar tushintiriladi [2,14,15].

**Nanozarrachalar deb**, o'lchamlari 100nm dan kichik bo'lgan zarrachalarga aytiladi. Nanozarrachalar 10b yoki undan ozroq mikdordagi atomlardan tashkil topgan va ularning xossalari xuddi shu atomlardan tashkil topgan xajmiy moddaning xossalari bilan farq qiladi. O'lchamlari 10 nm dan kichik nanozarrachalarni **nanoklasterlar** deyiladi. Nanoklasterda odatda 1000tagacha

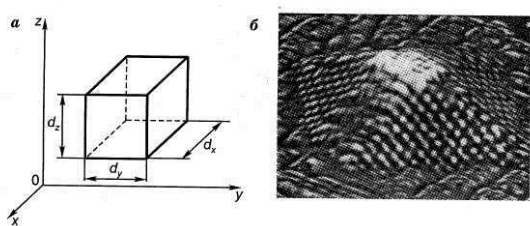
atom bo'lad. Makroskopik fizikada o'rinli bo'lgan ko'pgina qonunlar (makroskopik fizika o'lchamlari 100 nm dan ancha katta bo'lgan obyektlar bilan "ish ko'radi") nanozarrachalar uchun ishlamaydi. Masalan, o'tkazgich karshiliklarini parallel va ketma-ket ulashdagi ma'lum formulalar ishlamaydilar. Tog jinslarining nanog'ovaklaridagi suv  $-20 \dots -30^{\circ} \text{S}$  gacha muzlamaydi, oltin nanozarrachalarining erish temperaturasi massiv namunikiga nisbatan sezilarli kichik. Sirdagi atomlarning ulushi zarrachalar o'lchamlarining kichraya borishi bilan tobora kattalashib boradi. Nanozarrachalar uchun xamma atomlar amalda "sirtiylir".. shuning uchun ularning ximiyaviy faolligi juda yukori. Shu sababga ko'ra metallarning nanozarrachalari birlashishga intiladilar. Shu bilan birga tirik organizmlarda (o'simliklarda, bakteriyalarda, mikroskopik zamburug'larda) moddalar ko'p xollarda nisbatan oz sondagi atomlarning birlashuvidan tashkil topgan **klasterlar** ko'rinishida mavjud bo'lar ekan.

Nanotuzilmalarda tok tashuvchilarning xarakati xech bo'lmasa biror yunalish bo'yicha chegaralangan bo'lib o'sha yo'nalishda o'zining Blox tok tashuvchisi ekanini unutadi, ya'ni o'sha (tanlangan) yo'nalish bo'yicha o'lchamli kvantlashish sodir bo'lad. Bu yunalishda tok tashuvchilarning nafaqat impulsi va energiyaviy spektri o'lchamli kvantlangan bo'lad balki, ularning samaraviy (effektiv) massasi o'lchamli kvantlanadi. Bu esa tok tashuvchilar energiyaviy spektrining keskin o'zgarishiga va o'z navbatida yarim o'tkazgichli past o'lchamli tuzilmalarda qator fizikaviy hodisalarning keskin tabiatli bo'lib qolishiga olib keladi. Ana shunday fizikaviy jarayonlardan aklli foydalanish tufayli ayni paytda nanonuktalar va nanouralarga asoslangan yangi tabiatli lazerlar hamda diskret kompyuterlar dunyoga keldi.

**O'lcham effekti** deganda jism xossasining uning o'lchamiga bog'liqligi tushuniladi. Bu effekt jismning biror yo'nalish bo'yicha o'lchami qandaydir kritik kattalik ***lk*** bilan solishtirsa bo'ladigan holda paydo bo'lad. Klassik o'lcham effektlarida klassik ***lk*** kattalik sifatida masalan, elektronning erkin yugurish yo'li, uning diffuzion uzunligi va h.k.lar bo'lishi mumkin.

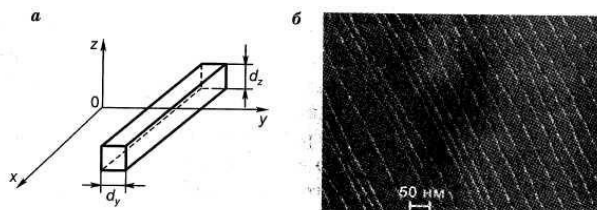
Elektron tuzulmalarda kvant o'lchamli effektlar ***lk*** uzunlik rolini aniq kvant kattalik bo'lgan elektronlarning de Broyl to'lqin uzunligi  $\lambda$  o'ynaganida, ya'ni tuzulmaning o'lchami xech bo'lmaganida birorta yo'nalish bo'yicha  $\lambda$  tartibida bo'lganida kuzatiladi. Kvant o'lchamli effektlar elektronlarning to'lqin tabiati bilan bog'langan.

**Kvant nuqta.** Kvant nuqta – bu nol o'lchamli (1D) ob'ektdir. Elektronlarning harakati uchala yo'nalishlar bo'yicha ham chegaralangan. Epitaksial o'sayotgan boshqa material sirtidagi nanokristallar 1 – rasmda tasvirlangan.



**1-rasm**

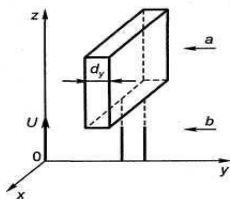
**Kvant ip.** Kvant ip (yoki sim) – bu bir o'lchamli (1D) ob'ektdir. Elektronlar harakati o'lchamlari mos ravishda ***dy*** va ***dz*** bo'lgan kesmalar bilan ***y*** va ***z*** o'qlari bo'ylab cheklangan, va mos ravishda ***x*** o'qi bo'yicha esa cheklanmagan bo'ladi. Ipda erkin elektronlar uchun potensial o'ra ikki o'lchamli bo'ladi.



**2-rasm**

**Kvant o'ra** – bu ikki o'lchamli (2D) ob'ektdir. Bu kristallaning juda yupqa qatlami bo'lib, uning qalinligi ***d*** de Broyl to'lqin uzunligi bilan solishtiradigan darajada bo'ladi, ya'ni  $d \propto \lambda$ . Bunday qatlamdagi elektronlar tizimiga ikki o'lchamli elektronlar gazi (yoki 2D–gaz) deb ataladi.

1 – rasm.



**Elektronlarning energetik spektri  $E$**  va kvant holatlar zichligi  $gE$  lar ob'ektlarning elektron xossalari va tashqi ta'sirlarga reaksiyasini aniqlovchi o'ta muhim xarakteristikalar bo'lib hisoblanadi.

*Energetik spektr – bu berilgan sharoitlarda zarra energiyasining mumkin bo'lgan qiymatlari majmuasidir. Agar energiya kvantlansa energetik spektr diskret (kvantlangan) va agar u uzluksiz qiymatlar qatorini qabul qila olsa spektr tutash (uzluksiz) deyiladi.*

*Holatlar zichligi  $gE$  - bu ob'ekt o'lchamiga bog'liq ravishda birlik hajm, yuza yoki uzunlikda, birlik energiya intervaliga to'g'ri keluvchi kvant holatlari sonidir.* Bu ta'rifga asosan holatlar zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$g(E) = \frac{dn(E)}{dE} (1)$$

bu yerda  $dnE$  energiyaning  $E$  dan  $E + dE$  gacha bo'lgan oralig'iga to'g'ri keluvchi mumkin bo'lgan holatlar soni. Holatlar zichligi  $gE$  va ularning elektronlar bilan to'lish ehtimoli  $fE$  larni bilish qaralayotgan tizimda elektronlarning kvant holatlari bo'yicha taqsimlanishini aniqlash hamda tizimning elektrik, optik va boshqa bir qator xossalari tushintirish imkonini beradi. Elektronlar yarim butun spinga ega bo'lganligi uchun ularning kvant holatlarini to'ldirishlari Fermi-Dirak taqsimoti bilan aniqlanadi va Pauli prinsipiga bo'ysunadi [3,4,16].

**TAHLIL VA NATIJALAR.**“Nanoelektronika” kursini o'qitish jarayoni tizimli yondashuvni va zamonaviy metodik usullardan ongli ravishda foydalanishni, kreativ darslar tashkil etish asosida o'qitishni talab qiladi.

Talabalarning Nanoelektronika kursi bo'yicha kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish modelining asosiy metodik tizimi quyidagicha:

### **1. Kursning dolzarbligi:**

- nanotexnologiyani rivojlantirish; nanoelektronika nanotexnologiyaning asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, u turli sohalarni (tibbiyot, elektronika, energetika, materiallar) rivojlantirish uchun zarur bilimlarni shakllantirish nuqtai nazaridan muhim .

- yangi imkoniyatlar va tadqiqotlar: nanoelektronikani o'rganish ilmiy tadqiqotlar va amaliy qo'llanmalar uchun yangi imkoniyatlar;
- mutaxassislarni tayyorlash: nanotexnologiya va nanoelektronikani rivojlantirish uchun shu soha bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash zarurati;

## **2. Kursning maqsad va vazifalari:**

- nanoelektronikaning asosiy tushunchalarini o'rganish: nanoelektronikaning asosiy tushunchalari va qonunlariga kirish, fizik jarayonlarni nano darajada ko'rib chiqish.
- nanoelektronika qurilmalarining ishlash tamoyillarini tushunish: nanoelektronik qurilmalarni va ularni turli sohalarda qo'llashni o'rganish.
- amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish: nanoelektronikaning eksperimental asoslarini o'rganish, zamonaviy asbob-uskunalar va tadqiqot usullaridan foydalanish. Ilmiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirish: tahlil qilish, sintez qilish, tanqidiy fikrlash, ilmiy muammolarni hal qilish qobiliyatini rivojlantirish.

## **3. O'quv mashg'ulotlari shakllari:**

- ma'ruzalar: nanoelektronikaning asosiy tushunchalari va qonunlarining nazariy taqdimoti.
- seminarlar: o'rganilayotgan mavzularni faol muhokama qilish, muammolarni hal qilish, talabalar mustaqil ishlarining taqdimotlari.
- laboratoriya ishlari: nanoelektronikada eksperimental ish asoslarini amaliy o'rganish, zamonaviy uskunalardan foydalanish.
- loyiha faoliyati: ijodiy fikrlashni va mavzuni chuqur o'rganishga kirishishni rag'batlantiradigan ilmiy-tadqiqot loyihalarini ishlab chiqish va amalga oshirish.
- Zamonaviy elektron ta'lim resurslaridan, modellashtirishdan foydalanish: murakkab nanomiqyosidagi hodisalarni tasavvur qilish va o'rganish uchun pedagogik dasturiy vositalar va kompyuter modellari imkoniyatlaridan foydalanish.

## **4. O'quv materiallari:**

- darsliklar va qo'llanmalar: nanoelektronika sohasining bugungi taraqqiyoti va rivojlanish tendentsiyalari to'g'risida ma'lumotlar beruvchi zamonaviy darsliklar va o'quv qo'llanmalaridan foydalanish.
- ilmiy maqolalar: ta'lim jarayoniga sohaga oid eng so'nggi yutuqlar va zamonaviy qarashlarni, zamonaviy ilmiy maqolalarni o'rganish uchun kiritish.
- onlayn manbalar: darslarni yanada qulayroq va qiziqarli tashkil etish uchun kreativ darslar, interaktiv materiallar, onlayn platformalardan foydalanish.

### **5. Baholash:**

- sinov: nanoelektronikaning asosiy tushunchalari va qonunlari haqidagi bilimlarni baholash uchun testlarni qo'llash.
- loyiha faoliyati: talabalarning muammolarni hal qilish va loyihalarni ishlab chiqishda ijodiy yondashuvini rag'batlantirish.
- laboratoriya ishlari: amaliy ko'nikmalarni, zamonaviy asbob uskunalaridan foydalanish ko'nikmasini sakllanganlik darajasi.
- natijalarning og'zaki taqdimoti: talabalarning tadqiqot natijalarini aniq va tizimli ravishda taqdim etish qobiliyatini baholash.

### **6. O'qituvchi faoliyati:**

- yuqori malaka: o'qituvchi nanoelektronika fani va zamonaviy ta'lim muammolari bo'yicha chuqur bilimga ega bo'lishi kerak.
- innovatsion texnologiyalarni qo'llash: ta'lim samaradorligini oshirish uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanish qobiliyati.
- ijodiy fikrlashni rag'batlantirish: talabalarning mustaqil ishlashi uchun sharoit yaratish, muammolarni hal qilishda ularning ijodiy yondashuvini rag'batlantirish.

Innovatsion pedagogik texnologiyalar hamda kreativ darslardan foydalanish, ularni nanoelektronika kursi bo'yicha o'tiladigan ma'ruza darslariga qo'llash, o'rganilayotgan har qanday mavzuning o'qitish samaradorligini oshirishi bilan birgalikda talabalarning o'qitilayotgan mavzu bo'yicha kreativ fikrlash layoqatlarini rivojlantiradi. Shu mavzular bo'yicha bilim, ko'nikma va malakalar hosil bo'ladi hamda mavzularning o'qitish metodikasi takomillashadi.

Davlat ta'lim standartlari doirasida fizikani oliy ta'lim muassasalarida zamonaviy o'qitishda talabalarning kreativ qobiliyatlarini rivojlantirish kommunikativ ta'lim talablari qatoriga sekin-asta kirib bormoqda. Ushbu vazifalarga yo'naltirilgan ta'lim jarayonining shakli sifatida kreativ darslarni aytish mumkin.

Kreativlik konsepsiyasi, tizimli o'quv bilish faoliyati sifatida zamonaviy ta'limning quyidagi oltita mezonlari asosida shakllanadi va rivojlanadi:

- 1) muammolarni to'g'ri tanlash va aniqlash layoqati;
- 2) ko'p sonli fikrlar xilma xilligiidan farazlar yaratish qobiliyati;
- 3) farazlarning paydo bo'lishiga va shakllantirilishiga, ularning tekshirilishiga qaratilgan faoliyat;
- 4) ijodkorlik xususiyati bilan muammoni idrok etishga, yechimni izlashga qaratilgan faoliyat;
- 5) natija aniqlash, modifikatsiyalanishiga va topilishiga obyektning detallarni qo'shib takomillashtirish qobiliyati;
- 6) muammolarni hal qilish, ya'ni tahlil qilish va sintezlash, divergent fikrlash qobiliyati.

Nanoelektronika kursidagi mavzular bo'yicha talabalarning kreativ fikrlash layoqatlarini rivojlantirish yo'llaridan biri shu mavzular bo'yicha kreativ darslar tashkil qilishdir. Quyida ana shunday kreativ darslardan birini namuna sifatida keltiramiz. o'tiladigan har bir nazariy darsni yaxlit xolatda ko'ra bilish, uni tasavvur etish va ushbu darsni kreativ darsga aylantirish uchun eng avvalo professor-o'qituvchi bo'lajak dars jarayonini loyixalashtirib olishi kerak, chunki darsning texnologik xaritasi har bir mavzu, har bir dars uchun o'qitilayotgan predmet, fanning xususiyatidan, talabalarning imkoniyati va ehtiyojidan kelib chikkan holda tuziladi. Texnologik xaritani tuzish oson ish emas, chunki bu ish uchun professor-o'qituvchi pedagogika, psixologiya, xususiy metodika, pedagogik va axborot texnologiyalardan xabardor bulishi, shuningdek, juda ko'p metodlarni bilishi kerak[7,8].

## Talabalarning Nanoelektronika kursi bo'yicha kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirishning metodik modeli

| PEDAGOGIK SHAROITLAR                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                                              |                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O'quv-metodik ta'minot                                                                                                | O'rganilayotgan mavzuni boshqa fanlar va mavzular bilan uzviyligi                                                 | Mavzuni o'rganish jarayonini talabalarning kreativ fikrlash layoqatlarini rivojlantirishga yo'naltirish                      | Mavzu bo'yicha yo'l xaritasini tuzish                                                                      |
| O'rganilayotgan mavzu bo'yicha foydalanishi mumkin bo'lgan darslik, o'quv va metodik qo'llanmalar ko'rsatilishi lozim | O'rganilayotgan mavzuning boshqa fanlar va mavzular bilan o'zaro bog'liqligini ko'rsatuv-chi dalillarni keltirish | Mavzuni o'rganish jarayonida talabalarning kreativ fikrlash layoqatlarini rivojlantirishga bag'ishlangan muammolar qo'yiladi | O'tilgan mavzuning asosiy tushunchalari, qonunlari va formulalarini ifodalovchi struktura ishlab chiqiladi |
| ↓                                                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                                              |                                                                                                            |
| MAVZUNI O'RGANISHNING AN'ANAVIY METODLARI VA VOSITALARI                                                               |                                                                                                                   |                                                                                                                              |                                                                                                            |
| Mavzuning o'rganishning an'anaviy metodlari                                                                           | Metodlarning o'ziga xos xususiyatlari                                                                             | Mavzuni o'rganish uchun kerakli materiallar va vositalar                                                                     | Mavzuga oid texnologiyalar                                                                                 |
| Talaba mavzuni o'rganishning an'anaviy metodlarini sanab o'tadi                                                       | Talaba ana shu metodlarning yutuq va kamchiliklarini ko'rsatib beradi                                             | Talaba mavzuni o'rganish uchun kerak bo'ladigan o'quv materiallari va vositalarni sanab o'tadi                               | Mavzuni o'rganishda qo'llaniladigan texnologiyalarning qo'llanilishi to'g'risida fikr yuritadi             |
| ↓                                                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                                              |                                                                                                            |
| KREATIV MASALALAR                                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                                              |                                                                                                            |

| Mavzu bo'yicha muammoni topish                                                                                                             | Mavzu bo'yicha muammoni yechish yo'llarini ko'rsatish                    | Mavzu bo'yicha muammoni yechish uchun qo'llaniladigan texnologiyalarni ko'rsatish                                                                              | Mavzu bo'yicha kreativ dars loyihasini ishlab chiqish                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Talaba mavzu bo'yicha muammoni qidirib topishi zarur                                                                                       | Talaba mavzu bo'yicha muammoni yechish yo'llarini ko'rsata olishi lozim. | Talaba mavzu bo'yicha muammoni yechishda qo'llaniladigan noan'anaviy texnologiyalarni ko'rsatishi kerak va ularning mazmunini aytib berishi zarur              | Talaba mavzu bo'yicha kreativ dars loyihasini bayon qilishi zarur                                                                             |
| ↓                                                                                                                                          |                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |
| TALABANING KREATIV QOBILIYATI KRITERIYLARI                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |
| Ijodiy fikrlash                                                                                                                            | Tasavvur                                                                 | Mahorat                                                                                                                                                        | Kreativlik                                                                                                                                    |
| Talaba qo'yilgan muammolarga yechimlarni izlashi, intellektual muammolarni hal qilishi, yangi g'oyalarning mukammaligini ta'minlashi zarur | Talaba qo'yilgan muammolarni idrok, fantaziya qilishi kerak bo'ladi      | Talaba o'rganilayotgan mavzuni loyihalashtira olishi, bunda kuchli ijodiy fikrlash qobiliyati, mahorat va maqsadga muvofiqlikni ta'minlay olishi lozim bo'ladi | Talaba o'rganilayotgan mavzuda original g'oyalarni o'ylab topish, ijodiy topshiriqlarni hal qilish qobiliyatini rivojlantirishi zarur bo'ladi |
| TALABANI IJODIY SHAXS SIFATIDA BAHOLASH                                                                                                    |                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |
| Talaba- ta'lim muammolarini idrok qiluvchi intellektual qobiliyatli shaxs                                                                  |                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |

Kreativ darsni RTV va F (kreativ fikrlash va fantaziyalarni rivojlantirish) usulidan foydalanib o'tkazish mumkin.

«SCORE» **interaktiv metodi.** «SCORE» (BSNMS)( B-belgi, S-sabab, N-natija, M-manba, S-samara).

«SCORE» interaktiv metodi talabalarda o'rganilayotgan mavzu atrofida tahliliy fikrlash qobiliyati, kognitiv ko'nikma va malakalarni rivojlantirish, ilmiy,

o'quv va metodik manbalar va pedagogik, psixologik imkoniyatlardan foydalanib mavzu doirasida o'quv-tadqiqiy faoliyatni shakllantirishga yo'naltirilgan.

**S (symptom)** muammoning **belgisi** – mavzuga oid o'quv materiali muhokamasi vaqtida turli tushunmovchiliklarni keltirib chiquvchi elementlar (masalan, ta'lim oluvchilar o'rtasidagi munosabatda uchraydigan tushunmovchiliklar, ziddiyatlar) belgilarni, harakatlarini aniqlash va o'zgartirish;

**C (cause) - sababi** – belgilangan ta'lim vazifasini bajarishda sabab- oqibat bog'lanishlari asosida an'anaviy qarashlar, an'anaviy fikr va mulohozalardan innavatsion yondoshuvlarga tomon yo'naltirish;

**O (outcome) - natijasi** - kutilayotgan natijaga erishishda halaqit qiluvchi holatlarni aniqlash va an'anaviy fikrlash va mulohozalar o'rnini bosuvchi yangi texnologiyalar, harakatlar, maqsad va natijani ko'rsatish;

**R (resources) - manbai** – o'rganilayotgan ta'lim muammosining ochilmagan qirralarini o'zlashtirishga, uning yangi maqsadlari, texnologiya va harakatlar hamda kutiladigan natijaga erishishga xizmat qiladigan muqobil o'quv materiallari yoki vositalarini hamda «Qayerda?», «Qachon?», «Qanday?», «Nimaga?», «Kim?» savollari asosida muammoni yechimini va uni asoslovchi asosiy manbalarini topish;

**E (effect) - samarasi** - muammoning yechimi asosida aniq bir maqsad bo'yicha mukammal natija orqali yuksak samaraga erishish, aniq maqsadli amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iboratdir.

Dars kreativ loyihaning elementlari sifatida bosqichlar shaklida tuziladi

**1-bosqich.** Ushbu bosqich talabalar uchun fanning olamshumul yutug'lari va dolzarb muammolari masalalarini qamrab oladi. Bu bosqich talabalarning fanga qiziquvchanligini o'rttirish hamda motivatsiyani kuchaytirish uchun sharoit yaratadi. Bu bosqichning ko'rinishi quyidagicha bo'lishi mumkin:

**Nanoelektronikaning ustuvor rivojlanish yo'nalishlari** haqida nimalarni bilasiz va istiqbolini qanday tasavvur qilasiz degan savol atrofida talabalarning fikr mo'lohazalari o'rganiladi:

1. **Tibbiyot.** Odamning tanasida paydo bo'ladigan barcha kasalliklarning oldini oluvchi yoki davolovchi molekulyar nanorobotlarni yaratish.
2. **Gerontologiya.** Insonlarning jismoniy boqiyiligiga, odam tanasidagi ho'jayralar qirilishining oldini oluvchi, odam organizmi to'qimalarining ishlashini yaxshilash va qayta qurish uchun molekulalar, robotlarni kiritishga erishish.
3. **Sanoat.** Iste'mol mollarini ishlab chiqarishda an'anaviy usullardan foydalanishdan bevosita atom va molekulalardan yig'ishga o'tish.
4. **Qishloq xo'jaligi.** Oziq-ovqatni tabiiy ishlab chiqaruvchilarni masalan, o'simliklar va hayvonlar) molekulyar robotlardan tuzilgan funktsional o'xshashlariga almashtirish. Ular tirik organizmda sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarni qisqaroq va samaraliroq yo'l bilan amalga oshirishadi. Masalan, «tuproq - is gazi - fotosintez - o't - sigir - sut» zanjiridan barcha ortiqcha bo'limlar olib tashlanadi. Faqat «tuproq - is gazi - sut» (qatiq, yog', go'sht) qoladi. Bunday «qishloq xo'jaligi» samaradorligi ob-havo va og'ir mehnat sharoitiga bog'liq bo'lmaydi. Uning ishlab chiqarish hajmi oziq-ovqat muammosini bira to'la hal qiladi.
5. **Biologiya.** Tirik organizmga atomlar darajasidagi nanoelementlarni kiritish mumkin bo'ladi. Buning oqiibatlari turlicha bo'lib, yuqolib ketgan turlarni tiklashdan tortib, yangi turdagi jonzorlar biorobotlarini yaratishga olib kelishi mumkin.
6. **Ekologiya.** Inson faoliyatining atrof-muhitga ta'sirini to'liq bartaraf qilish. Bunga birinchidan, ekosferani inson faoliyati chiqindilarini boshlang'ch homashyoga aylantiruvchi molekulyar robotsanitarlar bilan to'ldirish, ikkinchidan esa sanoat va qishloq, xo'jaligini chiqindisiz nanotexnologik usulga o'tkazish bilan amalga oshirish mumkin.
7. **Koinotni o'zlashtirish.** Koinot «odatiy» yo'l bilan emas, balki nanorobotlar orqali o'zlashtiriladi. Robot-molekulalarning ulkan armiyasi Yer atrofidagi fazoga chiqariladi va uni inson yashashi uchun yaroqli holatga keltiradi. Oy, asteroidlar va yaqin planetalarda inson yashashi uchun kosmik stantsiyalar qurish. Bu hozirda mavjud bo'lgan usullardan arzon va xavfsiz bo'ladi.

8. **Kibernetika.** Hozirda mavjud bo'lgan planar strukturalardan o'lchamlari molekular o'lchamiga teng bo'lgan hajmiy mikrosxemalariga o'tish sodir bo'ladi. Kompyuterlarning ishchi chastotasi teragerts qiymatga yetadi. Neyronga o'xshash elementlardan tuzilgan sxemalar paydo bo'ladi. Oqsil molekulalaridan tuzilgan xotira hajmi terabaytlarda o'lchanadigan, saqlash davri uzoq, bo'lgan xotira elementlari paydo bo'ladi. Inson aqlini komp'yuterga «kuchirish» mumkin bo'lib qoladi.

9. **Aqliy yashash muhiti.** Barcha tashkiliy qismlarga mantiq elementlarini kiritish hisobiga biz yashayotgan atrof-muhit «aqli» va inson yashashi uchun to'la qulay bo'lib qoladi [5,6,9].

**2- bosqich.** Ushbu bosqich nanoelektronika kursining dasturiy, ammo talabalarning kreativ fikrlashlari va ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishni ta'minlaydigan tarkiblashtirilgan o'quv materiallari asosida amalga oshiriladi.

Talabalarning kreativ fikrlashini rivojlantirishga qaratilgan jumboqni yechish talabalardan talab qilinadi. Bunga misol tariqasida quyidagi kartochkani keltirish mumkin: "...inson alohida atomlar ustida turli amallar bajarish (manipulyatsiyalash)ni o'rganganidan so'ng, o'zi istagan har qanday moddani bemalol sintez qila oladi". Ushbu fikr nimani anglatadi?

a) Nobel mukofoti lauriyati Richard Feynmanning nanoelektronikaning paydo bo'lishi haqidagi bashorati.

b) 1981 – yilda yaratilgan ko'chirib oluvchi (skanerlovchi) mikroskop haqidagi fikrlari

c) Olimlar G. Binning va G. Roged 1981- yilda yuzalar mikrorelefini o'lchash muammolari bilan shug'ullanib, materialning yuzasidagi yakka atomlarni xam farqlash qobiliyatiga ega bo'lgan tunelli mikroskopni yaratishga sazovor bo'lganligi to'g'risidagi fikrlari

d) Nanometrli texprotessor, grafiklovchi protsessor va xotira mikrosxemalarining yaratilishi to'g'risida fikr yuritiladi.

Bu bosqichdan aytish mumkinki, oquv tadqiqot faoliyati natijasida kreativ fikrlashni rivojlantirish imkoniyatlari ortib boraveradi.

**3- bosqich.** Ushbu bosqich yordamida talabalarning fikrlash jarayoniga o‘yin orqali psixologik yengillik ta‘minlanadi. Bu bosqichning ko‘rinishi quyidagicha bo‘lishi mumkin:

Fan taraqqiyotida mashhur fizik olimlar to‘g‘risida hikoyalar. Professor-o‘qituvchi nanoelektronika sohasidagi olimlar fotosuratini ko‘rsatadi. Masalan- Koliforniya universitetinig tadqiqotchilari Aleks Uettil va Adam Fenimor( Eng kichik elektr uskunasi yaratgan olimlar). Talabalar olimlar haqida bilgan ma‘lumotlarini aytib beradilar va mustaqil ta‘lim topshiriqlarida topshiriqni to‘liq bajaradilar.

**4- bosqich.** Bu bosqich jumboq bosqichi. Professor-o‘qituvchi talabalarga o‘rganilayotgan “Yangi nanoelektron materiallar yaratish va olishning fizik asoslari” mavzusiga doir kompyuter animatsiyalaridan birini ko‘rsatadi va uni asoslab berishni so‘raydi. Talabalardan ushbu animatsiyani kuzatishni, mohiyatini tushuntirishni va mulohaza yuritishni talab qiladi. Diqqat bilan animatsiyani kuzatgan talaba o‘zining aqliy qobiliyatlarini ishga soladi, fikrlaydi hamda o‘z bilim va tafakkuri asosida tizimli bayon qiladi.

**5- bosqich.** Ushbu bosqich murakkab vazifalar tizimi bo‘lib, unda talaba o‘rganilayotgan mavzuning fizik mazmunini matnda bayon etishi kerak bo‘ladi. Shundan keyingina o‘zining bilim zahirasiidan berilgan savolga tegishli ma‘lumotlarni chiqarib oladi va yakuniy qarorga keladi. Mavzuga doir “Nanoelektronikaning rivojlanishi oqibatida qanday taxdid va muammolar tug‘iladi?” mavzusida esse yozishni vazifa sifatida berish mumkin.

**6-bosqich.** Ushbu bosqich dars davomidagi fikr-mulohazalarni umumlashtiruvchi, talabalar tomonidan bu darsning sifat va samaradorlik darajasini hissiy baholashni ta‘minlovchi bosqichi hisoblanadi. Bu bosqichning ko‘rinishi quyidagicha bo‘lishi mumkin:

“Biz kelajakda nanoelektronikadan nima kutishimiz mumkin?”mavzusida taqdimot tayyorlash.

Shuni aytish joizki, professor-o'qituvchi har bir bosqichning oxirida unda faol ishtirok etgan talabalarni rag'batlantiradi. Darsning oxirida esa har bir rag'batlantirilgan talabaning yig'indi bali, ya'ni bahosi e'lon qilinadi [10,11,12].

**Xulosa va takliflar:** Ushbu kreativ dars bo'yicha xulosa qilib shuni ishonch bilan aytish mumkinki, pedagogik optimizm, shaxsga yo'naltirilgan yondoshuv nafaqat ta'lim samaradorligida, shaxs tarbiyasida ham kuchli ta'sir ko'rsatadi. Talabaga bo'lgan ishonch, nafaqat uning qobiliyatida, balki ahloqiy fazilatlarida ham namoyon bo'ladi. Pedagogik optimizm muammoli ta'lim jarayonida, kognitiv (tahliliy fikrlash va o'quv-tadqiqiy o'rganish usulini takomillashtirishga qaratilgan nazariy yondoshish) vazifalarni doimiy ravishda takomillashtirishda, talabalarning o'quv-bilish faoliyatlarini rivojlantirishda o'z ifodasini topadi.

Ta'lim mazmunini kreativ darslar asosida takomillashtirish orqali talabalar nanoelektronika sohasida chuqur nazariy bilimlarga ega bo'lishadi va amaliy ko'nikmalari, ijodiy fikrlash, mustaqil tadqiqot olib borish va ilmiy izlanishlar qilish qobiliyatlari oshadi. Zamonaviy texnologiyalar va metodlarni qo'llash ta'lim jarayonining samaradorligini oshiradi va talabalar uchun qiziqarli, foydali va ijodiy ta'lim muhitini yaratdi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Галичина Н.В. Развитие креативного мышления на уроках физики.- <https://multiurok.ru/index.php/files/razvitie-kreativnogo-myshleniia-na-urokakh-fiziki.html>.
2. Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнология в электронике. Учебник. – Санкт-Петербург. 2008.– 336 с.
3. Микалко М. Взлом креатива: как увидеть то, что не видят другие.-М.; 2001. С.27.
4. Мусурмонкулова М.М. Креатив ёндашув асосида ўқитишнинг дидактик таъминотини яратиш механизмлари. <https://cyberleninka.ru/article/n/kreativ-yondashuv-asosida-itishning-didaktik-taminotni-yaratish-mehanizmlari>

5. Окушко Н.Б., Лавряшина Т.В., Вершинин Д.С. Развитие креативного мышления студентов в процессе решения задач повышенной сложности в курсе общей физики // Педагогика высшей школы. М.; 2020. №3. С.128-31.

6. Парфенова Е.Л., Теретева Л.А., Хусаинов М.Г. Физические основы микро- и наноэлектроники. Учебник. – М.: Феникс, 2012.- 240 с.

7. Умирзаков Б.Е., Нормуродов М.Т., Ташмухаммедова Д.А., Ташатов А.Қ. Наноэпитаксиальные пленки и гетероструктуры на основе кремния. Тошкент -2012

8. Зебрев Г.И “физические основы кремниевой наноэлектроники” Москва, Лаборатория знаний – 2011, 240-ст.

9. А.А. Щука «Наноэлектроника» Москва, Лаборатория знаний – 2011, 342-ст.

10. В.Е.Борисенко, А.И. Варобьева, Е.А. Уткина «Наноэлектроника» Москва, Лаборатория знаний – 2009, 223-ст

11. Д. И. Рыжонков, В.В.Лёвина, Э.Л.Дзмдзигури «Наноматериалы» Москва, Лаборатория знаний – 2010, 365-ст

12. Teshaboyev A.T, Zaynobiddinov S, Ismoilov Q.A., Ermatov Sh. A., Abduazimov V.A “Nanozarralar fizikasi, kimyosi va texnologiyalari” Toshkent – 2014 ,367-b

13. М. Jo’rayev “Fizika o’qitish metodikasi” Toshkent-2015. 283b.

14. Karlibayeva Guljaxan Ermekbayevna “Fizika o’qitish metodikasi fanining samaradorligini oshirish yo’llari” Toshkent -2014, 80 b.

15. H. Inatov “Fizika o’qitish metodikasi 2-qism” Toshkent-2010.192 b.

16. R. Rasulov, N. Rahimov, P. Baymatov, A. Po’latov “Nanofizika va nanoelektronika asoslari” Namangan-2016.