

**FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
METHODOLOGY OF TEACHING PHYSICS**

UOT 372.853

Seyfəddin Adil oğlu Cəfərov

Naxçıvan Dövlət Universitetinin dosenti

<https://orcid.org/0009-0000-1609-0387>

E-mail:seyfadjafarov@gmail.com.

Billurə Təvəkkül qızı Hacıyeva

Naxçıvan Dövlət Universitetinin kafedra müdiri, dosent

<https://orcid.org/0009-0007-3990-6298>

E-mail:billurehaciyeva75@gmail.com.

Araz Cavanşir oğlu Qulusoy

Naxçıvan Dövlət Universiteti

E-mail:arazqulusoycs@gmail.com.

<https://orcid.org/0009-0001-7420-3025>

[https://doi.org/10.69682/arti.2025.92\(1\).170-175](https://doi.org/10.69682/arti.2025.92(1).170-175)

**UNİVERSİTETİN FİZİKA KURSUNDA MÜASİR NANOTEXNOLOGİYALARIN
TƏDRİSİ BÖLMƏLƏRİNİN METODOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

Сейфаддин Адиль оглы Джафаров

доцент Нахчыванского Государственного Университета,

Биллурə Таваккүль ызы Гаджиева

заведующий кафедрой,

Нахчыванского Государственного Университета доцент

Араз Джаванишир оглу Гулусой

Нахчыванский Государственный Университет

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛОВ
СОВРЕМЕННЫХ NANOTEХНОЛОГИЙ НА КУРСЕ ФИЗИКИ УНИВЕРСИТЕТА**

Seyfuddin Adil Jafarov

associate professor of Nakhchivan State University,

Billure Tavakkul Hajiyeva

head of department at

Nakhchivan State University,

associate professor

Araz Cavanshir Gulusoy

Nakhchivan State University

**METHODOLOGICAL FEATURES OF TEACHING SECTIONS OF MODERN
NANOTECHNOLOGIES IN THE COURSE OF PHYSICS OF THE UNIVERSITY**

Xülasə. Ali və ixtisaslaşdırılmış peşə təhsilinin mövcud standartları konkret praktik fəaliyyət növlərinə yönəldilmişdir. Fizika və material elmlərində müasir biliklərin inkişaf etdirilməsinə aydın ehtiyac var. Məqalə fizika və nanotexnologiyanın müasir bölmələrinin universitet kursunda təqdim edilməsinin metodo-

loji xüsusiyyətlərinə həsr edilmiş və mühüm anlayışların tətbiqi xüsusiyyətləri işdə ətraflı şəkildə araşdırılmışdır. Eyni zamanda “Nanotexnologiya” və “nanohissəciklər”, nanomaterialların növləri və aşağı ölçülü strukturların fizikasında əsas tədqiqat sahələri araşdırılmışdır. Bundan əlavə, yeni texnologiyalarla bağlı ən çox yayılmış yanlış təsəvvürlərdən (miflərdən) bəziləri verilmişdir: nanotexnologiyanın banisi haqqında mif, tullantısız texnologiya haqqında mif, nanomaşınlar haqqında mif, nanorobotlar haqqında mif və s. Bu gün fizikada müasir cərəyanların metodoloji təqdimatının kifayət qədər yüksək səviyyədə olmadığına və artan diqqət və öyrənilməsi tələb etdiyinə bizi inandıran çoxlu arqumentlər verilir. Müasir sənaye, texnologiya, tibb və digər sahələrdə tətbiq olunan nanotexnologiyanın ən diqqətçəkən tətbiqləri jurnallarda tapıla bilər. “Nanosənaye”, “nanotexnologiyaları”, “Nano və mikrosistem texnologiyaları”, “Nanotexnika” və digər tematik dövri nəşrlər. Nanotexnologiya elm və texnologiyanın yeni perspektivli sahəsidir və böyük kəşflər bizi gözləyir və çox güman ki, onlar ən gözlənilməz olacaqlar. Elm və texnika bunu tarixi inkişafın müxtəlif mərhələlərində dəfələrlə nümayiş etdirmişdir.

Açar sözlər: *Nanotexnologiya, fizika, elm və texnika, nanotexnika sənaye*

Аннотация. Действующие стандарты высшего и специального профессионального образования ориентированы на конкретные виды практической деятельности. Существует очевидная необходимость в развитии современных знаний в области физики и материаловедения. Статья посвящена методическим особенностям изложения современных разделов физики и нанотехнологий на вузовском курсе, в работе подробно исследуются особенности применения важных понятий. В статье также рассматриваются такие низкоразмерные структуры, как «нанотехнологии» и «наночастицы», типы наноматериалов и низкоразмерные структуры. Кроме того, приведены некоторые наиболее распространенные заблуждения (мифы), связанные с новыми технологиями: миф об основателе нанотехнологий, миф о безотходной технологии, миф о наномашинках, миф о нанороботах и т.д. Сегодня приводится много аргументов, убеждающих в том, что методическое изложение современных направлений физики находится на недостаточно высоком уровне и требует повышенного внимания и изучения. Наиболее яркие примеры использования нанотехнологий в современной промышленности, технике, медицине и других областях можно найти в журналах «Наноиндустрия», «Нанотехнологии», «Нано- и микросистемные технологии», «Нанотехника» и других тематических периодических изданиях. Нанотехнологии – это новое перспективное в области науки и техники и великие открытия, и, скорее всего, они будут самыми неожиданными. Наука и техника неоднократно демонстрировали это на разных этапах исторического развития.

Ключевые слова: *нанотехнологии, физика, наука и технологии, нанотехнологическая промышленность*

Abstract. The current standards of higher and specialized professional education are focused on specific types of practical activities. There is an obvious need to develop modern knowledge in the field of physics and materials science. The article is devoted to the methodological features of presenting modern sections of physics and nanotechnology in a university course; the work examines in detail the features of applying important concepts. The main areas of research in the field of physics are considered. Such low-dimensional structures as "nanotechnology" and "nanoparticles", types of nanomaterials and low-dimensional structures. In addition, some of the most common misconceptions (myths) associated with new technologies are given: the myth of the founder of nanotechnology, the myth of waste-free technology, the myth of nanomachines, the myth of nanorobots, etc. Today, many arguments are given convincingly that the methodological presentation of modern areas of physics is not at a high enough level and requires increased attention and study. The most striking examples of the application of nanotechnology in modern industry, engineering, medicine and other areas can be found in the journals "Nanoindustry", "Nanotechnology", "Nano- and microsystem technologies", "Nanotechnics" and other thematic periodicals. Nanotechnology is a new promising. We are waiting for the fields of science and technology and great discoveries, and most likely they will be the most unexpected. Science and technology have repeatedly demonstrated this at different stages of historical development.

Keywords: *Nanotechnology, physics, science and technology, nanotechnology industry*

GİRİŞ

Hazırda universitet kurslarının və klassik dərslərin proqramı, bir qayda olaraq, müasir fizikanın inkişaf tendensiyalarını və kəşflərini əks etdirmir. Zərrəciklər fizikası, kondensasiya

olunmuş maddələr fizikası, nanotexnologiyalar, fiziki elektronika, müasir astrofizika və s.-də kəşflərin əksəriyyəti ya kifayət qədər əks olunmur, ya da “Ümumi və eksperimental fizika” kurslarına daxil edilmir. Bu problemin həlli çox

aktualdır ki, bu da fizikanın müasir sahələri üzrə universitetlər üçün yeni ədəbiyyatın hazırlanması zərurətini yaratmışdır. Ali təhsil üçün üçüncü nəsil təhsil standartları seçmə kursların məzmununu əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməyə imkan verir. Gələcək mühəndislər, alimlər və fizika müəllimləri hazırlanarkən əlavə seçmə kurslar elə qurulmalıdır ki, tələbələr (gələcək müəllimlər) təkcə fizikanın müəyyən edilmiş sahələrini deyil, həm də müasir, o cümlədən tətbiqi məsələləri başa düşsünlər və istiqamətləndirsinlər.[1]

Təhsil müəssisəsi tərəfindən tətbiq edilən xüsusi kursların (seçmə kurslarının) strukturu makrofizika (qeyri-xətti fizika, elektronikanın və nanotexnologiyanın fiziki əsasları, fəvqəladə radiasiya mənbələri, fəvqəlkəçiricilik), mikrofizika (qeyri-xətti fizika) sahələri üzrə müasir fizikanın problemlərini əks etdirməlidir. nüvələr və hissəciklər, idarə olunan termonüvə birləşməsi problemləri, birləşmə nəzəriyyəsi) və astrofizika (qara dəliklər, qravitasiya dalğaları, qaranlıq maddə və qaranlıq enerji) [Ginsburg, 2007, 346]. Bu bölmələrin təqdimatı yalnız ümumi fizikanın klassik bölmələri haqqında fundamental biliklərə malik olduğunuz halda mümkündür. Bilikləri möhkəmləndirmək və dərinləşdirmək üçün mühazirə kursu (video təqdimatlar və digər əyani materiallarla) konkret hesablama məsələləri, referatlar, layihələr və digər iş növləri ilə praktiki məşğələlərlə müşayiət olunur. Kafedrada fəaliyyət göstərən tədris və elmi qrupların işində iştirak etmək, həmçinin fizikanın müasir problemlərinə dair kurs işlərinin və yekun ixtisas işlərinin yazılması yeni biliklərin mənimsənilməsi üçün çox faydalıdır.

Nanoquruluşlar fizikasının öyrənilməsinin xüsusiyyətləri

Nanotexnologiyanın fiziki əsaslarının xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi üzərində daha ətraflı dayanaq. Nanostrukturaların fizikasının öyrənilməsinin nəzəri əsasını kvant mexanikası və bərk cisim fizikası təşkil edir. Nanoobyektlərin fizikasının əsasları öyrənilmə səviyyəsindən asılı olaraq dərsləklərdə təsvir edilmişdir. Nanoobyektlərin kvant fizikası sahəsində bilikləri inkişaf etdirərkən əsas çətinliklərdən biri müasir biliklərin formalaşdırılması və tarixən kök salmış “miflərin” istisna edilməsidir. [3]

Əvvəlcə nanotexnologiya dedikdə nəyi nəzərdə tutduğumuzu müəyyən edək.

“Nanotexnologiya” termini 1974-cü ildə Tokio Universitetinin materialşünası Norio

Taniguchi tərəfindən istifadə edilmişdir və o, onu “1 nm-ə qədər ultra yüksək dəqiqliyə və ultra kiçik ölçülərə nail ola bilən istehsal texnologiyası” kimi təyin etmişdir. Nanotexnologiya materialların, cihazların və sistemlərin öyrənilməsi, layihələndirilməsi və istehsalı üçün istifadə olunan texnoloji metodların məcmusudur, o cümlədən strukturun, kimyəvi tərkibinin və onların ayrı-ayrı elementlərinin nano-narıncı rəngdə qarşılıqlı təsirinin məqsədyönlü nəzarəti və idarə edilməsidir.

“Azərbaycan Respublikasında nanotexnologiya sahəsində işin inkişafı Konsepsiyası” na uyğun olaraq, nanotexnologiya daha kiçik ölçülü komponentlər də daxil olmaqla, idarə olunan şəkildə obyektləri yaratmaq və dəyişdirmək qabiliyyətini təmin edən metod və üsulların məcmusudur. 100 nm-dən çox, ən azı bir ölçüdə və bunun nəticəsində onların daha geniş miqyaslı tam işləyən sistemlərə inteqrasiyasına imkan verən əsaslı yeni keyfiyyətlər əldə etmək.[2]

Miniatürləşməyə doğru müasir tendensiya göstərdi ki, bu maddənin çox kiçik bir hissəciklərini götürsəniz, bir maddə tamamilə yeni xüsusiyyətlərə sahib ola bilər. Ölçüsü 1 ilə 100 nanometr arasında dəyişən hissəciklər adətən “nanohissəciklər” adlanır. Məsələn, məlum oldu ki, bəzi materialların nanohissəcikləri səth atomlarının nisbətən böyük hissəsinə görə çox yaxşı katalitik və adsorbsiya xüsusiyyətlərinə malikdir. Digər materiallar heyvətamiz optik xassələri göstərir, məsələn, günəş hüceyrələrinin istehsalı üçün üzvi materialların ultra nazik təbəqələrdən istifadə olunur. Belə batareyalar, nisbətən aşağı kvant səmərəliliyinə malik olsalar da, daha ucuzdur və mexaniki olaraq elastik ola bilərlər.

Nanotexnologiyalar üzrə Ardahanda keçirilən konfransın (2024) tövsiyəsinə əsasən nanomaterialların aşağıdakı növləri fərqləndirilir: nanoməsaməli strukturlar; nanohissəciklər; nanoborular və nanoliflər; nanodispersiyalar (kolloidlər); nanostrukturlu səthlər və filmlər; nanokristallar və nanoklasterlər.[5]

Ümumilikdə nanotexnologiyadan danışırıqsa, o zaman nanotexnologiya adətən üç tədqiqat sahəsi kimi başa düşülür:

1. Ayrı-ayrı nanometr ölçülü elementlərdən yeni maddələrin, materialların və strukturların yığılması.

2. Əsasını müəyyən edilmiş ölçülərə (təxminən 1-100 nm) malik hissəciklər təşkil edən yeni materialların sintezi.

3. Nanostruktur elementlərdən istifadə etməklə məlum maddələrin və strukturların modifikasiyası.

Ölçü nəzarəti təkcə kvant hadisələrini (diskret enerji spektri, tunel effektləri) “bütün şöhrəti ilə görməyə” imkan vermir, həm də materialların əsas xassələrini dəyişdirməyə və beləliklə, müxtəlif sahələrdə istifadə olunan yeni strukturlar yaratmağa imkan verir. Bütün müasir elektron cihazlar artıq müəyyən dərəcədə nanotexnologiyadan istifadə edir.

Nanotexnologiyanın mifləri və onların tənqidi təhlili

Hər bir yeni texnologiya tədricən kifayət qədər ümidlərin və miflərin formalaşmasına kömək edir. Ədəbiyyatda nanotexnologiyanın əsas, ən məşhur miflərini sadalayaq.

1. Nanotexnologiya – ayrı-ayrı atomlardan obyektlərin yığılması texnologiyaları. Qeyd edək ki, bu yanlış təsəvvür hətta elmi ictimaiyyətə mənsub insanlar arasında da mövcuddur. Nanotexnologiyanın ilk növbədə atomları idarə etmək və atomların yığılması əsasında obyektlər inşa etməkdən ibarət olması səhvdir. Əsl nanotexnoloji proseslər bu mifə tamamilə ziddir. Ayrı-ayrı atomlardan bir obyektin yığılması unikal, nadir bir haldır.

2. Nanotexnologiyanın “qurucu atası” mifi. Miflər silsiləsində ən zərərsiz olanı, kvant sahə nəzəriyyəsi və elementar hissəciklər fizikası sahəsində mütəxəssis olan Riçard Feynmanın nanotexnologiyanın banisi roluna aid edilməsidir. Mif onun Nobel mühazirəsinə əsaslanır “Aşağıda hələ də çox yer var”, lakin bu mühazirədə R. Feynman nanotexnologiya haqqında danışmadı [Feynman, www].

3. Tullantisiz texnologiya mifi. Hər hansı bir obyekt atomunu atom-atom yaratmaqla biz tullantisiz texnologiyadan istifadə edirik. Ancaq yığılmaq üçün atomların haradan gəldiyi sualı heç kimi maraqlandırmır və bu məhsulların kimya sənayesi ilə əlaqəsi hələ də görünür. Hazırda kimya sənayesi təbii ehtiyatlardan geniş miqyasda və yeni texnologiyaya qənaət etmədən istifadə edir.

3. Nanomachinlərin mifi. Mikroelektromexaniki cihazların mövcudluğuna bənzətməklə, nanoölçülü dizayn üçün müvafiq ölçülü idarəetmə mexanizminin olmasının zəruriliyi ideyasının mahiyyəti aydındır. Bununla belə, nanoobjektlər tamamilə fərqli xüsusiyyətlərə malik-

dir: keçiricilər tez-tez dielektriklərə çevrilirlər, sürtünmə qüvvəsi inanılmaz dərəcədə artır və s. Məşhur jurnallarda və mediada daim fındıq, dişli çarxlar və işləyən maşınların yaradılması nəzərdə tutulan digər mexaniki hissələrin nanokopiyalarının təsvirləri var. Belə layihələrə ciddi yanaşmaq olmaz.

4. Nanorobotlar haqqında mif. Nanomaşınlar ideyasının inkişafı nanorobotlardır ki, cizgilərə görə, nanoqurğular insanın müəyyən etdiyi proqrama uyğun olaraq yaradılacaq. Bundan əlavə, bir şəkildə bütün prosesi müşahidə etmək lazımdır, məsələn, makro ölçüləri olan elektron mikroskopdan istifadə etməklə. Üstəlik, atomların və molekulların vizuallaşdırılması məsələsi birtəhər həll olundu; Atomu "tutan" manipulyator, kimyəvi qarşılıqlı təsir sayəsində onunla etibarlı şəkildə əlaqə quracaqdır. Nanorobot elementar hərəkətlərin ardıcılığını yerinə yetirmək üçün kifayət qədər yaddaşa malik olmayacaq.

5. Maddələrin sintezinin fiziki üsulu haqqında mif. Riçard Feynman məşhur mühazirəsində fiziklərin gizli əbədi yuxusunu bilmədən açıqladı: “Kimyaçılar sintez əmri verəcək, fiziklər isə sadəcə olaraq atomları düzgün qaydada “tənzimləyəcəklər”. Bu, kökündən yanlıştır. Molekul nəinki tələb olunan ardıcılıqla düzülmüş, həm də kimyəvi bağlarla bağlanmış atomlar qrupudur.

6. “Boz mucus”un görünmə ehtimalı. Erik Drexler [Drexler, 2014] əsərlərində texniki konsepsiyaya iki növ cihaz təqdim etdi. Birincisi sökücülərdir, onların birbaşa funksiyaları montajçıların əksinədir. Belə qurğular yeni obyektin strukturunu öyrənməli, onun atom quruluşunu nanokompüterin yaddaşında saxlamalı idi. Təkrarlanma müddətinin dəqiqələrlə ölçüləcəyini fərz etsək, onda həndəsi irəliləyişə görə gündə trilyonlardan çox yeni yaradıcı yaradılacaq ki, bu da yeni montajçılar istehsal edəcək. Bu mif, sistemin yalnız idarəolunmaz klonlama rejiminə keçəcəyi və replikatorların bütün fəaliyyətinin yalnız öz əhalisini çoxaltmağa yönəldiləcəyi bir vəziyyətin yarana biləcəyini iddia edir. Dünyanın sonu haqqında mif heç də yeni deyil.[8]

Təəccüblü deyil ki, bu yeni texnologiyanın meydana çıxması ilə ortaya çıxdı (Böyük Adron Kollayderinin işə salınmasından əvvəl dünyanın sonu haqqında nə qədər mif olduğunu xatırlayaq). Lakin hadisələrin göstərilən gedişatı tamamilə qeyri-mümkündür. Atomlardan əhə-

miyyətli bir şey toplamaq ehtimalını fərz etsək belə, aşağıdakıları nəzərə almalıyıq. Əvvəla, Drexlerin replikatorları oxşarlarını yaratmaq üçün kifayət qədər mürəkkəbliyə malik olmaya-
caq. Hətta 100 milyon atomun kiçik yaddaşı 12,5 meqabayt (hər atom üçün 1 bit) olacaq ki, bu da açıq şəkildə bu fəaliyyət üçün kifayət deyil. Bundan əlavə, replikatorlar ehtiyac duyduqları xammalı əldə edə bilməyəcəklər. Axı, onların elementar tərkibi ətraf mühitin, o cümlədən biokütlənin bir hissəsi olandan ciddi şəkildə fərqlənməlidir. Atomların zəruri elementlərini tapmaq, çatdırmaq və çıxarmaq çox vaxt və enerji tələb edir. Bu nanotexnologiya miflərinin tam siyahısı deyil. Maraqlanan oxucu “nanometr” saytına [Erllich, 2010] və texnologiya mifləri saytına [Nanotechnologies, www] müraciət edə bilər. Yuxarıdakı müddəaların yanlışlığını tam başa düşmək üçün əlaqəli fənlər (riyaziyyat, informatika, kimya) sahəsində bilikləri inkişaf etdirmək, eləcə də təbiət elmlərinin inkişaf tarixini və xüsusən də tarixi anlamaq lazımdır. [7]. Bu, elm və texnikanın inkişaf tarixi sahəsində tələbələrin texniki və təbiətşünaslıq profillərinin inkişaf etdirilməsinin zəruriliyini bir daha sübut edir. Eyni zamanda nanotexnologiya mifləri iqtisadçıların və siyasətçilərin diqqətini cəlb edir və müəyyən müsbət rol oynayır.

Nəticə

Müasir sənaye, texnologiya, tibb və digər sahələrdə tətbiq olunan nanotexnologiyanın ən diqqətçəkən tətbiqləri jurnallarda tapıla bilər. “Nanosənaye”, “nanotexnologiyaları”, “Nano və mikrosistem texnologiyaları”, “Nanotexnika” və digər tematik dövri nəşrlər. Nanotexnologiya elm və texnologiyanın yeni perspektivli sahəsidir və böyük kəşflər bizi gözləyir və çox güman ki, onlar ən gözlənilməz olacaqlar[6]. Elm və texnika bunu tarixi inkişafın müxtəlif mərhələlərində dəfələrlə nümayiş etdirmişdir. Nanotexnologiyanın fiziki əsaslarının tədrisi əlaqəli fənlər çərçivəsində mümkündür: bərk cisimlər fizikası və ya yarımkeçiricilər fizikasının öyrənilməsinin bir hissəsi kimi 1-2 mühazirə (1-2 laboratoriya işi), bu sahədə problemlərin həlli, nanostrukturaların kvant mexanikası və s. Beləliklə, nanotexnologiyanın əsasları üzrə biliklərin formalaşdırılması müasir bölmələrin məsələlərini həyata etmək üçün əlaqəli fənlərin 1-2 sinfinin ayrılması ilə mümkündür. Bu gün dünyada nanotexnologiyaların – nanohissəciklərə əsasla-

nan, ölçüsü 100 nm-dən çox olmayan “ən yüksək” texnologiyaların inkişafı və bazara daxil olması ilə bağlı əsl inqilab baş verir. Bu, bizi nanodünyaya – elm və sənayenin bir çox sahələrində yeni biliklər və nailiyyətlər təqdim edə bilən “ağıllı” materiallar, cihazlar və dərman maddələri, innovasiyalar dünyasına aparır. Məşhur amerikalı fizik E. Teller demişdir: “Kim nanotexnologiyayı başqalarından əvvəl mənimsəsə, 21-ci əsrin texnosferində aparıcı yer tutacaqdır”.

Problemnin aktuallığı. Tədqiqat mövzusunun aktuallığı və əhəmiyyəti təhsildə baş verən dəyişikliklərlə izah olunur. “2010-cu ilə qədər olan dövr üçün Azərbaycan Təhsilinin Müasirləşdirilməsi Konsepsiyası”nda Ali məktəb xüsusi təlim proqramları və əlavə təhsil üzrə təlim nəticəsində tələbələrin ixtisas nailiyyətlərinə əsaslanan əsas kompetensiyaların formalaşdığını qeyd etdi. Məktəbin fizika ixtisası kursunun tədris prosesinin məzmununun müasirləşdirilməsi istiqamətlərindən biri də mikro- və nanoelektronikanın fiziki-texniki əsaslarının öyrənilməsidir. Müasir dünyanın elmi-texniki tərəqqisinə uyğun olaraq tələbələrin yeni biliklərin formalaşdırılması zərurəti diktə edir. Mikroelektronika hazırda əsasən integrasiya olunur, çünki əksər müasir yarımkeçirici dizaynların yaradılması integrasiya prinsipindən istifadə etmədən düşünülməz. Integrasiya edilmiş elektronikanın inkişafına təkan verən ən mühüm amillərdən biri onun komponentlərinin aşağı qiymətidir. Yalnız müasir integral sxemlər orta istehlakçı üçün əlçatan olan elektron kompüterlər, mobil telefonlar, audio və video avadanlıqlar yaratmağa imkan verir. Integrasiya edilmiş elektronikanın tərəqqisinə töhfə verən ikinci amil, yerinə yetirdikləri funksiyaların mürəkkəbliyini və müxtəlifliyini və çox aşağı enerji istehlakını qoruyarkən integral sxemlərin olduqca kiçik ölçüləridir.

Problemnin yeniliyi. “Mikro və nanoelektronika” anlayışları çox geniş məsələləri əhatə edir ki, onlardan məktəb fizikası kursunda yalnız xüsusi nəzəri hazırlıq tələb etməyən hissəni real şəkildə nəzərdən keçirmək mümkündür. Buna görə də ali məktəb fizika təhsilinin prinsiplərinə cavab verən mövzuların məzmununu diqqətlə seçmək lazımdır. Nanoelektronika elementləri ilə mikroelektronika üzrə hazırlanmış tədris-metodiki kompleks müəllif xarakterlidir, Ali məktəbin və əlavə təhsil müəssisələrinin ixtisas kurslarında tələbələrdə fizika üzrə əsas bacarıqların formalaşmasını təmin edən orijinal eksperimental proqramların integrasiyasını nəzərdə tutur. Nəzərdə tutulan laboratoriya işi (integral sxemli aşağı tezlikli güc gücləndiricisinin eksperimental modeli üzrə mikrosxemin tədqiqi, birqütblü və bipolyar tranzistorların parametrlərinin təyini, elektrik dövrəsinin diskret elektron komponentlərinin təkamülünün təd-

qıqı və onlara əsaslanan dizaynlar, ...) orijinal qurğulara əsaslanır.

Problemın praktik əhəmiyyəti. Hazırda Ali məktəbləri üçün fizikanın tədrisinin klassik metodologiyasında mikro və nanoelektronikanın fiziki-texniki əsaslarının öyrənilməsində əhəmiyyətli boşluqlar mövcuddur. Ali təhsil müəssisələrinin, xüsusən də kənd təhsil müəssisələrinin fizika kabinetləri və

laboratoriyalarının müasir tədris-metodiki komplekslərlə kifayət qədər təchiz olunmaması səbəbindən tələbələrin bu sahədə yeni biliklərin formalaşdırılması pedaqoji problemə çevrilmişdir. Ali məktəb tələbələrinə eksperimental və konstruktiv işlərin öyrədilməsi onların yeni fiziki biliklərə, xüsusən də mikro və nanoelektronikaya yiyələnmək motivasiyasını əhəmiyyətli dərəcədə artıracaqdır.

Ədəbiyyat:

1. Cəfərov, S.A. Nanohissəciklər fizikası. Dərs vəsaiti / S.A. Cəfərov, Ə.F. Abbasov. – Bakı: Mütərcim, – 2025. – 280 s.
2. Cəfərov, S.A., Hacıyeva, B.T. Nanoelektronika., 2018. Hissə 1. -286 s.
3. Drexler, E. Ümumi rifah. Nanotexnologiya inqilabı sivilizasiyanı necə dəyişəcək. -M., 2014. -504 s.
4. Nanotexnologiya. URL: <http://www.molomo.ru/myth/nanotechnologies.html>
5. Poole, Ch., Owens, F. Nanotexnology. -M.: Texnosfera, -2010. -340 s.
6. Svetuxin, V.V. Nanotexnologiyaya giriş. Fizika modulu. Seçmə kurs. -Ulyanovsk, 2008. -160 s.
7. Tipler, P.A. Müasir fizika / P.A. Tipler, R.A. Llewellyn. – Москва: Mir, – 2007. cild 1. – 496 s.
8. Feynman, R. URL: <http://do.chem.msu.su/rus/jvho/2002-5/4>
9. Erlikh, G.V. Nanotexnologiyanın mifləri. URL: <http://www.nanometer.ru/>

Redaksiyaya daxil olub: 06.02.2025.