

**«Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ»  
КЕАҚ  
Ғылыми кеңес отырысында  
13.05.2023 ж. № 10 хаттамамен  
БЕКІТІЛДІ**

**D101 – «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы»  
білім беру бағдарламалары тобына  
докторантураға түсушілерге арналған  
емтихан бағдарламасы**

**1. Жалпы ережелер.**

1. Бағдарлама «Жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білімнің білім беру бағдарламаларын іске асыратын білім беру ұйымдарына оқуға қабылдаудың үлгілік қағидаларын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы № 600 бұйрығына (бұдан әрі – үлгілік қағидалар) сәйкес жасалды.

2. Докторантураға түсу емтиханы эссе жазудан, докторантурада оқуға дайындығына тест тапсырудан (бұдан әрі – ОДТ), білім беру бағдарламалары тобының бейіні бойынша емтиханнан және сұхбаттасудан тұрады.

<b>Блогы</b>	<b>Балы</b>
1. Эссе	10
2. Докторантурада оқуға дайындық тесті	30
3. Білім беру бағдарламасы тобының бейіні бойынша емтихан	40
4. Сұхбаттасу	20
Барлығы/ өту ұпайы	100/75

3. Түсу емтиханының ұзақтығы – 4 сағат, осы уақыт ішінде оқуға түсуші эссе жазады, докторантурада оқуға дайындық тестінен өтеді, электрондық емтихан билетіне жауап береді. Сұхбаттасу ЖОО қабылдау емтиханының алдында өткізіледі.

**2. Түсу емтиханын өткізу тәртібі.**

1. D101 - «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» білім беру бағдарламалары тобына докторантураға түсушілер проблемалық / тақырыптық эссе жазады. Эссе көлемі – 250-300 сөзден кем болмауы керек.

2. Электрондық емтихан билеті 3 сұрақтан тұрады.

**Білім беру бағдарламасы тобының бейіні бойынша емтиханға дайындалуға арналған тақырыптар.**

**«Заманауи материалтану» пәні**

**Тақырып 1. «Ультра дисперсті немесе нанокұрылымды материалдар. Оларды қолдану салалары. Наноұнтақтар, оларды синтездеу әдістері»**

Тақырыпшалар:

Тұндыру тәсілі, гель әдісі, қалпына келтіру және термиялық ыдырау әдісі.

Ұнтақтарды алудың физикалық әдістері.

Ұсақтау арқылы алудың механикалық әдістері.

Синтездің химиялық әдістері

**Тақырып 2. «Көлемді нанокұрылымдық материалдар, оларды алу тәсілдері. Аморфты материалдардың бақыланатын кристалдануы».**

Ультрадисперсті ұнтақтарды ықшамдау

Тақырыпшалар:

Кәдімгі дән мөлшері бар материалдардың қарқынды пластикалық деформациясы.

Наносымдар және наноталшықтар

Металл, керамика, алмас материалдарын алу, өңдеу және қайта өңдеу технологиялары (аса жұқа ұнтақтар, талшықтар мен қабыршақтар негізінде).

Композициялық материалдар мен нанокұрылымды жабындарды алу, өңдеу және қайта өңдеу технологиялары (супер жұқа ұнтақтар, талшықтар мен пленкалар негізінде).

Құрылымы мен қасиеттерін зерттеу және оларды басқару әдістері.

**Тақырып 3. «Монокристалдарды өсіру. Дислокациясыз және дислокациясы аз монокристалдарда ақаулардың пайда болу ерекшеліктері. Ластаушы қоспалардың әсері».**

Тақырыпшалар:

Пластиналарды жасау технологиясы. Аспап құрылымдарының қалыптасуы.

Эпитаксиалды құрылымды өсіру.

Кремний оптоэлектроникасының мәселелері. Аморфты сутектендірілген кремний және оған ұқсас материалдар негізіндегі жұқа қабықшалы құрылымдар.

Фуллендер - болашақ материалдары.

**Тақырып 4. «Металл композициялық материалдар. Алюминий, магний, титан матрицасы бар композициялық материалдар. Металлдың араласпайтын компоненттеріне негізделген композициялық материалдар. Мыс негізіндегі жүйелер».**

Тақырыпшалар:

Қабатты композициялық материалдар. Алюминийлі шыны талшық (сиалдар).

Қиын балқитын металдар негізінде термиялық тұрақты композиттер жасау.

Көміртекті-көміртекті композициялық материалдар. Күшейтуші қаңқа. КККМ матрицалары.

Керамикалық-металлдан жасалған композициялық материалдар - керметтер.

Трансформациямен қатайтылған керамикалық керамикалық материалдар.

**Тақырып 5. «Ұнтақ өндірісі. Пайдалану, тазалау, араластыру, газсыздандыру».**

Тақырыпшалар:

Заманауи бейорганикалық ұнтақты материалдарды алу, өңдеу және қолдану.

Ұнтақтардың тығыздалуы. Ұнтақты болат. Ұнтақты бөлшектер өндірісі.

Ұнтақтар, материалдар мен олардан жасалған бұйымдардың құрылымы мен қасиеттерін бақылау

**Тақырып 6. «Экстремалды жағдайда жұмыс істейтін металдарға, интерметалдық және метал емес қосылыстарға, полимерлерге және керамикаға негізделген құрылымдық материалдарды заманауи материалтану».**

Тақырыпшалар:

Ыстыққа төзімді болаттар. Супер болат. Оларды қолдану саласы және қызмет көрсету шарттары.

Никель, темір-никель, кобальт қорытпалары.

Эвтектикаға бағытталған монокристалды қорытпалар. Өткізгішті жоғары температуралы қорытпалар. Заманауи дискілі никель қорытпалары.

Интерметаллидтер. Титан және темір.

**Тақырып 7. «Сенімділігі жоғары құрылымдық болаттар мен қорытпалар. Жоғары берікті болаттар».**

Тақырыпшалар:

Коррозияға төзімді болаттар мен қорытпалар.

Арнайы мақсаттағы қорытпалар.

Пішінін есте сақтайтын қорытпалар. Пішінін есте сақтайтын және асқын серпімділік.

Суперферриттер. Аустенитті классты болаттар.

**Тақырып 8. «Аморфты металл қорытпалары Алу. Механикалық, магниттік және химиялық қасиеттері».**

Тақырыпшалар:

Аморфты металл қорытпаларының термиялық тұрақтылығы.

Материалдардың асқын пластикалығы, оның түрлері. Асқын пластикалық материалдар.

Құрылымдық асқын пластикалық.

Керамикалық материалдардың құрылымдық асқын пластикасы. Аморфты қорытпалардың асқын пластикасы (металлдық шынылар). Фазалық түрлендірулер кезіндегі асқын пластик.

**Тақырып 9. «Күрделі легирленген катализаторларды қолданып, графиттен беріктігі жоғары поликристалдарды синтездеу. Никель-хром, никель-хром-көміртек жүйелері».**

Тақырыпшалар:

Никель-хром-металл жүйесі. Аспап жасауға арналған жоғары беріктігі бар алмаз поликристалдары.

Алмаздың үлкен монокристалдарын өсіру.

Алмазды жоғары технологияда қолдану.

**Тақырып 10. «Жаңа магнитті материалдар».**

Тақырыпшалар:

Темір-никель-алюминий-кобальт, темір-хром-кобальт, марганец-алюминий, кобальт-платина, темір-платина жүйелеріне негізделген магниттік қатты материалдар.

Пісірілген тұрақты магниттер. Қабыршақты тұрақты магниттер.

Жұмсақ магниттік материалдар. Электрлік болат. Темір-никель мен темір-кобальтқа негізделген жұмсақ магниттік қорытпалар. Аморфты және нанокристалды қорытпалар.

Ферриттер. Шпинель құрылымды жұмсақ магнитті ферриттер.

Құрылымы гексагоналды ферриттер. Гранат құрылымы бар ферриттер.

**Тақырып 11. «Асқын өткізгіштік құбылысы».**

Тақырыпшалар:

Асқын өткізгіштік күй және асқын өткізгіш материалдардың негізгі топтары.

Композициялық асқын өткізгіш материалдар, оларды жасаудың негізгі принциптері.

**Тақырып 12. «Металл және металл емес бейорганикалық және органикалық қабықшалар, қабаттар және көп қабатты жүйелер туралы физикалық материалтану».**

Тақырыпшалар:

Материалдардың беттерінің қасиеттерін жабу және модификациялау арқылы өзгертудің физико-химиялық негіздері.

Бейорганикалық жабындарды жағу технологиясы.

Оларды зерттеу мен бақылаудың заманауи аналитикалық және құрылымдық әдістері.

**Тақырып 13. «Көп компонентті нанокұрылымды қабыршақтар».**

Тақырыпшалар:

Медицинаның өзін-өзі майлайтын жабыны. Зерттеу әдістері.

Жылу өткізгіш жабындар.

Жылуға коррозияға төзімді және жоғары температуралы тотығуға төзімді жабындар.

Окустикоптикалық жабындар. Микроэлектроникаға арналған жабындар.

Оптикадағы көп қабатты жабындар.

**Тақырып 14**

Материалдарды жіктеу тәсілдері

Тақырыпшалар:

Құрылымдық және функционалды материалдар.

Материалдардың функционалдық қасиеттері бойынша жіктелуі.

**Тақырып 15. «Жартылай өткізгіштік кванттық нүктелер дәстүрлі бейорганикалық және органикалық люминофордың орнына».**

Тақырыпшалар:

Гетерокұрылымдар және суперторлар.

Биологиялық зерттеулердегі кванттық нүктелер.

Термоэлектрлік материалдар.

Үштік жартылай өткізгіштер және олардың негізіндегі көпқабатты гетерокұрылымдар.

Бояуға сезімтал күн батареялары (Гретцел жасушалары), мезотесікті оксидті жартылай өткізгіштер.

Жартылай өткізгіш клатраттар, скуттерудиттер.

### **3. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.**

#### **Негізгі:**

1. Карабасова Ю.С. Новые материалы. - М.: Миссис, 2002.
2. Грехов И.В. Материалы электронной техники. - М.: Миссис, 2000.
3. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М.: Металлургия, 2004.- 574с.
4. Тялина Л.Н., Федорова Н.В., Королев А.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебное пособие / 5-е изд., испр. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009.- 100 с.
5. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2010. – 132 с.

6. Материаловедение: Учебник для вузов /Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ.ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 648 с.
7. Батиенков, В.Т. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, Г.Г. Сеферов и др. - М.: Инфра-М, 2018. - 415 с.
8. Кобелев, А.Г. Материаловедение. Технология композиционных материалов: Учебное пособие / А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев. - М.: КноРус, 2016. - 288 с.
9. Поздняков, В.А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов / В.А. Поздняков. - М.: МГИУ, 2007. - 424 с.
10. Никулин, С.А. Материаловедение: специальные стали и сплавы: Учебное пособие / С.А. Никулин, В.Ю. Турилина. - М.: МИСиС, 2013. - 123 с.

#### **Қосымша:**

1. Барон Ю.М. (ред.). Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2012. — 512 с.
2. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник. – ДОДЭКА-XXI, 2004. – 320 с.
3. Шевельков В.В., Былеев А.С. Технология конструкционных материалов. Учебное пособие. – Псков: Из-во ППИ, 2007 – 172 с.
4. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение / Б.Н. Арзамасов. - М.: МГТУ , 2008. - 648 с.
5. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. /Дальский А.М., Арутюнова И.А., Барсукова Т.М. и др. Под общ. Ред. А.М. Дальского. 3-е изд. – М.: Машиностроение, 2011. – 447 с.
6. Батышев, А.И. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / А.И. Батышев, А.А. Смолькин. - М.: Инфра-М, 2012. - 288 с.
7. Адаскин, А.М. Материаловедение (металлообработка) / А.М. Адаскин. - М.: Academia, 2018. - 560 с.
8. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов: учебное пособие / В.Е. Галыгин, Г.С. Баронин, В.П. Таров, Д.О. Завражин. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 180 с.
9. Богодухов, С. Материаловедение: Учебник / С. Богодухов. - М.: Машиностроение, 2015. - 504 с.
10. Капустин, В.И. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: Инфра-М, 2018. - 224 с.
11. Вихров, С.П. Биомедицинское материаловедение: Учебное пособие для ВУЗов / С.П. Вихров, Т.А. Холомина и др. - М.: ГЛТ, 2006. - 383 с.
12. Новиков, Ю.Н. Электротехническое материаловедение: Учебное пособие / Ю.Н. Новиков. - СПб.: Лань, 2016. - 200 с.
13. Кирсанова, Е.А. Материаловедение : Уч. / Е.А. Кирсанова, Ю.С. Шустов, А.В. Куличенко и др. - М.: Вузовский учебник, 2018. - 208 с.
14. Земсков, Ю.П. Материаловедение: Учебное пособие / Ю.П. Земсков. - СПб.: Лань, 2019. - 188 с.
15. Малинина, Р.И. Материаловедение: сплавы Fe-C: Сборник задач / Р.И. Малинина. - М.: МИСиС, 2013. - 68 с.
16. Адаскин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. - М.: Форум, 2018. - 592 с.
17. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюшин – М.: Высшая школа, 2001- 638 с.
18. Материаловедение / Г. Г. Сеферов, В.Т. Батиенков, Г. Г. Сеферов, А.Л. Фоменк. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 160 с.

19. Электронные процессы в некристаллических веществах: Из-ство Мир. 1979 / Н.Ф. Мотт, Э.А. Дэвис. №
20. П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов Физика твёрдого тела М.: Высшая школа, 2000. 494 с.

### **«Функционалды материалдар мен жабындар» пәні**

#### **Тақырып 16. «Заттар, фазалар, ақаулар. Кристалдардың аймақтық құрылымы. Диэлектриктер, жартылай өткізгіштер, металдар».**

Тақырыпшалар:

Катализаторлардың, шынылардың, диэлектриктердің, жартылай өткізгіштердің, асқын өткізгіштердің ерекшеліктері.

Материалдарды алудың негізгі принциптері. Материалдардың формалары. Фазалық түрлендірулер. Кристалдардың өсуі.

Кристалдар және оларды алу әдістері.

Вискерлер. Функционалды материалдардың синтетикалық кристалдары.

Ерітінділерден, балқымалардан және газ фазасынан кристалдарды өсіру. Жұқа қабықшаларды алу.

#### **Тақырып 17. «Диэлектриктердің құрылымы. Диэлектриктердің поляризациясының негізгі түрлері».**

Тақырыпшалар:

Ионды-релаксациялық поляризация.

Иондық миграционды поляризация.

Біртекті емес және ретсіз диэлектриктер. Диэлектриктердің ерекше күйлері мен түрлері.

Электреттер. Пьезоэлектриктер.

Поликристалды диэлектриктер.

#### **Тақырып 18. «Алмаз тектес жартылай өткізгіштер».**

Тақырыпшалар:

Жартылай өткізгіштер  $A^{III}B^V$  и  $A^{II}B^{VI}$ .

Төртінші және бесінші топтағы халькогенидті элементтер.

Жоғары температуралық жартылай өткізгіштер.

Кристаллизациялық тазарту әдістері. Газ фазасынан кристалдар өсіру. Сублимация-конденсация әдісі.

Жартылай өткізгіш қабыршақтар. Легірлеу.

Оксидті жартылай өткізгіштер, оларды алу әдістері

#### **Тақырып 19. «Композит қабыршақ. Қабыршақ пен төсеніштің өзара әсерлесуі».**

Тақырыпшалар:

Қондыру шарттары және қабыршақтардың морфологиясы. Эпитаксия.

Қабықшаларды қондыру әдістері.

Қабықшалардың спектروفотометриясы.

Жұқа қабықшалы наноматериалдарды қолдану.

#### **Тақырып 20. «Жаңа түзіліс және қабыршақтың түзілуінің теориясы».**

Тақырыпшалар:

Қабыршақтың өсуі кезінде ақаулардың пайда болуы.

Бөлшектердің төсенішке түсуі, адсорбция және жылулық аккомодациясы, атомдардың, молекулалардың және радикалдардың бетпен өзара әрекеттесуіндегі процестер.

Химиялық ойып өңдеу (бүрку), бетті физикалық бүрку.

Катодтық бүрку.

Жұқа қабықшалардың қасиеттері. Адгезия. Төзімділік және үйкеліс коэффициенті. Серпімділік, микроқаттылық және беріктік. Тұтас қабыршақтардың өткізгіштігі.

### **Тақырып 21. «Материалдарды зерттеудің заманауи әдістерінің ерекшеліктері мен мүмкіндіктері».**

Тақырыпшалар:

Сканерлейтін электронды микроскоптың жұмыс істеу принципі және мүмкіндіктері. Атомдық-күш микроскопының жұмыс істеу принципі мен мүмкіндіктерін беріңіз. Сәулелендіруші микроскоптың жұмыс істеу принципі мен мүмкіндіктерін келтіріңіз. Жарықтың комбинациялық шашырауы және рентгендік құрылымдық анализ.

### **Тақырып 22. «Керамикалық материалдар».**

Тақырыпшалар:

Диэлектрлік, магниттік, оптикалық, химиялық және ядролық функциялары бар керамикалық материалдар.

Болашақ керамикалық композиттер.

Кремний нитридіне негізделген материалдар.

Қатты фазалы электролиттер және электродты материалдар.

Жоғары температуралы асқын өткізгіштер (ЖТАӨ).

### **Тақырып 23. «Үлкен магниттік кедергісі бар материалдар».**

Тақырыпшалар:

Магниттік жазуға арналған жаңа магнитоактивті композиттер мен материалдар, спинтроника.

Сегнетоэлектриктер мен ферромагнетиктерге негізделген ақпаратты жазуға және сақтауға арналған құрылғылар.

Магнитті сұйықтықтар.

### **Тақырып 24. «Биоактивті шыны керамика. Көміртекті имплантациялауға арналған материал».**

Тақырыпшалар:

$Al_2O_3$  және  $ZrO_2$ , гидроксил- және фторапатит негізінде керамикалық материалдар.

Қатерлі ісіктерді емдеуге арналған ферромагниттік және радиоактивті биокерамика.

Қатерлі ісіктерді термиялық емдеуде және дәрі-дәрмектерді тасымалдауда ультрадисперсті манганиттер.

Жүрек қлапаны үшін көміртекті керамика

### **Тақырып 25. «Сутекті тазарту үшін қолданатын материалдар».**

Тақырыпшалар:

Сутекті тазартуға арналған композициялық мембраналар жасау. Сутекті сақтау.

Көміртекті наноталшықтарды, нанотүтікшелерді, кристалды микротесікті металлорганикалық қаңқаларды қолданатын адсорбциялық сақтау әдістері.

Сутекті сақтаудың химиялық әдістері - қолданылатын материалдар.

Металгидридтері сутекті сақтайтын орта ретінде. Протондық электролиттер.

Жоғары температура және төмен температуралы протонды электролиттер.

### **Тақырып 26. «Мембраналарды жасау үшін наноматериалдар».**

Тақырыпшалар:

Мембраналардың классификациясы.

Мембранндық технологиялар.

Полимерлі мембраналар.

Тесікті фильтрлеуші элементтер.

### **Тақырып 27. «Фотоникаға арналған нанокұрылымды кристалдар».**

Тақырыпшалар:

Фотондық кристалдар, синтездеу тәсілдері.

Қолдану салалары.

### **Тақырып 28. «Пішінін есте сақтайтын қорытпалар (нитинол). Ақылды немесе зияткерлі полимерлер».**

Тақырыпшалар:

Өткізгіш полимерлер.

Сенсорларды жасауға арналған пьезоэлектрлік материалдар.

Магнетореологиялық, электрореологиялық сұйықтықтар.

Термо- және жарыққа сезімтал полимерлер.

### **Тақырып 29. «Классикалық суперионикалар. Электронды-иондық жартылай өткізгіштер».**

Тақырыпшалар:

Литий батареяларының катодты және анодтық материалдары.

Барий церратына негізделген протонды өткізгіштер.

Қатты электролиттерді қолдану.

### **Тақырып 30. «Үштік және көп компонентті жүйелер».**

Тақырыпшалар:

Конода. Фазалық диаграммаларда қолдану ережелері.

Концентрациялық үшбұрышта конодтарды тұрғызу.

Үштік төрт фазалы тепе-теңдік.

Гиббстің фазалық ережесі.

## **3. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.**

### **Негізгі:**

1. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – М.: Физматлит, 2010. – 452 с.
2. Краснова Е.В., Биронт В.С. Тройные и многокомпонентные системы: Текст лекций Красноярск: Сибирский федеральный унт; Инт цв. металлов и материаловедения, 2008. 142 с.
3. Бурмистров В.А. Функциональные материалы. Диэлектрики. Из-во. ЧелГУ, 2014г., 198с.
4. Третьяков Ю.Д., Лепис У. Химия и технология твердофазных материалов. - М.: Изд-во МГУ, 1985. - 256с.
5. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО., 2009. С. 195.
6. М. Херман. Полупроводниковые сверхрешетки. Мир. Москва. 1989.
7. А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин, С.А. Рыков. Физика низкоразмерных систем. Наука. СПб. 2001, S.V.
8. Л.Е. Воробьев, Л.Г. Голуб, С.Н. Данилов, Е.Л. Ивченко, Д.А. Фирсов, В.А. Шалыгин. Оптические явления в полупроводниковых квантоворазмерных структурах. Изд-во СПбГТУ. Санкт-Петербург. 2000.
9. Грехов И.В. Материалы электронной техники. - М.: Миссис, 2000.
10. Защитные покрытия: учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.



11. Современные проблемы нанотехнологий: учебное пособие. Часть 2 (курс лекций) / Б. М. Синельников, С. Э. Хорошилова, В. А. Тарала, Л. С. Лунин, И. А. Сысоев, Л. А. Кашарина. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2012. – 200 с.

**Қосымша:**

1. Биомедицинское материаловедение: учебное пособие / С. П. Вихров [и др.]. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2006. — 383 с.
2. Рыжонков Д. И. Наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.
3. Gaponenko. Optical Properties of Semiconductor Nanocrystals. Cambridge University Press. Cambridge. 1998.
4. E.L. Ivchenko, G.E. Pikus. Superlattices and other heterostructures. Springer Ser. Solid State Science. Vol. 110. Springer. Berlin. 1997.
5. Ищенко А. А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля [Электронный ресурс].
6. А. А. Ищенко, Г. В. Фетисов, Л. А. Асланов. - Москва: Физматлит, 2011. - 647 с.,
7. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. — 2006. — 384 с.
8. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. 75 с.
9. Андриевский Р.А., Спивак И.И. Нитрид кремния и материалы на его основе // Металлургия, 1984. 136 с.
10. Журавлева Н.В., Лукин Е.С. Керамика на основе нитрида кремния // Огнеупоры, 1993.1. с. 6-12.
11. Гуревич Ю.Я. Твердые электролиты / Ю.Я. Гуревич; АН СССР; Отв. ред. А.П. Леванюк. – М.: Наука, 1986. – 171 с.
12. Дунюшкина Л.А. Введение в методы получения пленочных электролитов для твердооксидных топливных элементов: монография / Л.А. Дунюшкина. – Екатеринбург: УРО РАН, 2015. – 126 с.
13. Брусенцов Ю. А., Минаев А. М. Основы физики и технологии оксидных полупроводников: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 80 с.
14. Кекало И.Б., Самарин Б.А. Физическое материаловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Металлургия, 1989.
15. Горбенко О.Ю., Босак А. А. Магнетосопротивление манганитов в слабых магнитных полях и его применение // Сенсор. №2. 2002. С. 28–44.
16. Брусенцова Т.Н., Кузнецов В.Д., Никифоров В.Н. Синтез и исследование наночастиц ферритов для магнитной гипертермии, Медицинская Физика: 2005, 3(27).
17. Сплавы с эффектом памяти формы / Оцука К., Симидзу К., Судзуки Ю. и др.; Пер. с яп. И.И. Дружинина; Под ред. А.М. Глезера. –М.: Металлургия, –1990. – 224с.
18. = Мембраны и мембранные технологии / Издательство: Научный мир ISBN 978-5-91522-366-9
19. Ю.Д.Третьяков, Е.А.Гудилин. Химические принципы получения металлоксидных сверхпроводников, Успехи Химии, 2000, т.69, н.1, с.3-40.
20. Бебенин Н Г, Зайнуллина Р И, Устинов В.В. "Манганиты с колоссальным магнетосопротивлением" УФН 188 801–820 (2018).