

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи



Робоча програма навчальної дисципліни

Матеріалознавство в біофізиці

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 1 5 Автоматизація та приладобудування
(шифр і назва)

спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка
(шифр і назва)

освітня програма Фізична та біомедична електроніка
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету
радіофізики, біомедичної електроніки і комп'ютерних систем

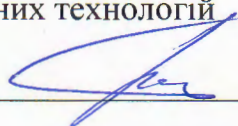
“_22_” __січня__ 2021 року, протокол №_1

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Бодула Олег Вікторович, к.ф.-м. н., доцент кафедри фізичної
і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної і біомедичної електроніки та
комплексних інформаційних технологій

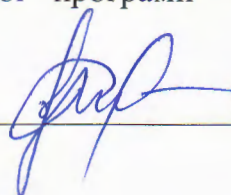
Протокол від “_19_” __січня__ 2021 року № 11

Завідувач кафедри фізичної і біомедичної електроніки та
комплексних інформаційних технологій


Сергій БЕРДНИК

Програму погоджено з гарантом освітньо-просесійної програми “Фізична та
біомедична електроніка”

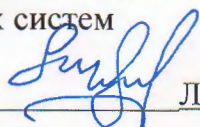
Гарант освітньо-просесійної програми “Фізична та біомедична
електроніка”


Микола МУСТЕЦОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної
електроніки і комп'ютерних систем

Протокол від “_20_” січня 2021 року № 1

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної
електроніки та комп'ютерних систем


Леонід ЧОРНОГОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Матеріалознавство в біофізиці” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра
Спеціальності 153 Мікро- та наносистемна техніка

спеціалізації

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування уявлень про формування, організацію, структуру та властивості матеріалів, що можуть бути застосовані при проведенні медико-біологічних досліджень та розробці біомедичної апаратури.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є сформувати у здобувачів вищої освіти наступні загальні та фахові компетентності:

Загальні

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК-1)
2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК-2)
3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні. (ЗК-4)
4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК-5)
5. Навички міжособистісної взаємодії. (ЗК-7)

Фахові компетентності

1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення. (СК-1)
2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів. (СК-2)
3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та наноелектронні системи різного призначення. (СК-3)
4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах. (СК-4)
5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення. (СК-5)
6. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності. (СК-6)
7. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти. (СК-7)

Основними завданнями дисципліни є вивчення основних законів та закономірностей хімічних речовин їх будови, закономірностей виникнення фізичних та хімічних властивостей, а також взаємодії різних речовин з навколишньою середовищем, їх фізіологічною та фармакологічною дією, біологічною роллю, практичним застосуванням в електроніці, біології та біомедицині .

1.3. Кількість кредитів - 5

1.4. Загальна кількість годин - 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й
Лекції	
24 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
12 год.	год.
Лабораторні заняття	
12 год.	год.
Самостійна робота	
102 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Матеріалознавство в біофізиці» здобувачі вищої освіти повинні досягти таких результатів навчання.

Програмні результати навчання

1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах. (P-1)
2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. (P-2)
3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення. (P-3)
4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності. (P-4)
5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів. (P-5)
6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування. (P-6)
7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки (P-7)
8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її. (P-8)

9. Забезпечувати якість виробництва; обрати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки (P-9)
10. Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та нанoeлектронних систем (P-10)
11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів (P-11)
12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та нанoeлектроніки (P-12)
13. Керувати складними робочими процесами у сфері виробництва та/або досліджень мікро- та нанoeлектронних систем, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та окремих працівників, визначати заходи щодо покращення результатів діяльності (P-13)
14. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки (P-14)
15. Забезпечувати захист інтелектуальної власності, комерціалізацію результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності (P-15)

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні поняття, закони та теорії будови речовин та формування в них заданих властивостей;
- основи хімічного зв'язку та міжмолекулярної взаємодії у речовині;
- будову та властивості дисперсних систем та розчинів;
- біологічну роль металів і неметалів;
- основні досягнення в області отримання матеріалів для використання їх для біологічних досліджень, біомедицині та розробки біомедичної апаратури

вміти:

- застосовувати вивчені закони та поняття для характеристики складових, будови та властивостей речовин, хімічних реакцій, способів отримання речовин та їх практичного використання;
- орієнтуватися в існуючих матеріалах та можливостях їх використання для біологічних досліджень, біомедицині та розробки біомедичної апаратури;
- критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення;
- виходячи з отриманих знань самостійно опановувати нову апаратуру та технології;
- за нагоди в короткий термін стати членом наукового та/або інноваційного проекту у сфері проектування та виготовлення біомедичних систем.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Закономірності формування структури матеріалів

Тема 1. Будова та властивості матеріалів

Елементи кристалографії. Вплив типу зв'язку на структуру та властивості кристалів. Фазовий склад сплавів. Дифузія в металах і сплавах. Рідкі кристали. Структура полімерів, скла та кераміки

Тема 2. Формування структури матеріалів.

Самовільна кристалізація. Несамовільна кристалізація. Форма кристалів і будова злитків. Отримання монокристалів. Аморфна будова речовини.

Тема 3. Вплив хімічного складу та деформації на структуру речовин.

Методи побудови діаграм складу. Основні рівноважні діаграми подвійних сполук. Основні рівноважні діаграми потрійних сполук. Рівноважні діаграми багатокомпонентних сполук. Вплив домішок на структуру речовин. Пластична деформація моно- та полікристалів. Повернення та рекристалізація.

Тема 4. Хіміко- термічна обробка кристалів і сплавів.

Визначення та класифікація термічної обробки. Базове обладнання для термічної обробки.

Термічна обробка, що не пов'язана з фазовими перетвореннями в твердому стані. Термічна обробка сполук зі змінною розчинністю компонент в твердому стані. Термічна обробка у випадку евтектоїдного перетворення. Основні види термічної обробки. Хіміко-термічна обробка металів і сплавів.

Розділ 2. Конструкційні матеріали.

Тема 1. Конструктивна міцність матеріалів.

Критерії оцінки конструктивної міцності. Методи підчищення конструктивної міцності. Класифікація матеріалів за міцністю. Підвищення конструктивної міцності металів. Матеріали з високою питомою міцністю(сплави та композійні матеріали).

Тема 2. Матеріали з особливими технологічними властивостями.

Матеріали з високою пластичністю. Матеріали з високою твердістю. Антифракційні матеріали. Фракційні матеріали. Матеріали з високою пружними властивостями. Матеріали з малою густиною. Матеріали, що є стійкими до впливу температури та радіації.

Тема 3. Матеріали з особливими фізичними властивостями.

Матеріали з особливими магнітними властивостями. Матеріали з особливими тепловими властивостями. Матеріали з особливими електричними властивостями. Матеріали для виготовлення інструментів.

Розділ 3. Наноматеріали

Тема 1. Властивості речовин в нанокристалічному стані.

Оптичні та електронні властивості наносистем. Магнітні властивості наносистем
Механічні властивості наносистем

Тема 2. Фотонні кристали.

Основи теорії фотонних кристалів. Методи формування фотонних кристалів. Природні та штучні фотонні кристали. Матеріали на основі фотонних кристалів та їх застосування.

Тема 3. Методи отримання наноматеріалів.

Фізичні методи синтезу(газофазний, механосинтез, детонаційний, електровибух) .
Хімічні методи синтезу(золь-гель метод, гидротермальний, сольвотермальний). Методи самоорганізації і самозбирання. Синтез наночастинок в нанореакторах.

Розділ 4. Застосування функціональних матеріалів в біології та біомедицині

Тема 1 Матеріали для використання в біологічних дослідження і біомедицині

Тверді провідникові матеріали(однокомпонентні метали, сталі і сплави, сплави стійкі до корозії, використання вуглецю). Діелектричні матеріали в біомедицині(пластмаси, еластоміри, волокнисті матеріали, шаруваті пластики, скло, кераміка)

Тема 2 Властивості живої тканини

Механічні властивості біологічних тканин і рідин. Електропровідні та діелектричні властивості живих тканин. Магнітні властивості. Випромінювання та поглинання живих тканин.

Тема 3 Сумісність матеріалів з живим середовищем

Вимоги до матеріалів, що застосовуються в біологічних дослідженнях та біомедицині. Біологічна сумісність. Реакції клітин на інерідні тіла, токсичний вплив інерідних матеріалів. Спорідненість до крові(гемосумісність). Виникнення пухлин. Стабільність властивостей матеріалів у живому організмі, стерилізація.

Тема 4 Наноматеріали в біонатехнологіях.

Конструктивні наноматеріали для біомедичного призначення. Нанофармакологія та лікарські засоби. Синтез, біокон'югація та біосумісність наночастинок. Магнітні наноматеріали в біомедицині. Магніто- рідина гітермія. Нанокапсули, наноліки і наномедицина.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Закономірності формування структури матеріалів												
Разом за розділом 1		8	5	6		36						
Розділ 2. Конструкційні матеріали.												
Разом за розділом 2		6	3	6		30						
Розділ 3. Наноматеріали												
Разом за розділом 3		6	3			20						
Розділ 4. Застосування функціональних матеріалів в біології та біомедицині												
		4	1			16						
Усього годин		24	12	12		102						

4. Теми практичних занять та лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Практичні заняття		
1	Енергетині та температурні умови процесу кристалізації	2
2	Діграми стану одно, двох - та багатокомпонентних систем.	4
3	Оцінка механічних властивостей твердих тіл	4
4	Термічна обробка матеріалів	2
	Разом	12
Лабораторні заняття		
1	Вивчення процесу кристалізації сплавів	4
2	Вивчення властивостей пластичних мас	4
3	Вимірювання твердості матеріалів	4
4	Вивчення деформаційних та пластичних характеристик матеріалів	4
	Разом	12

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій	12
2	Підготовка до практичних занять	24
3	Підготовка до лабораторних занять	12
4	Підготовка звітів до лабораторних робіт	12
5	Робота по самостійному вивченню матеріалу курсу	18
6	Підготовка до заліку	24
	Разом	102

6. Індивідуальні завдання не передбачено

7. Методи навчання

1. Словесні методи: лекція, пояснення; бесіда; дискусія;
2. Робота з навчальною та науковою літературою (підручниками, науковими журналами), самостійна робота з використанням методичних рекомендації для організації самостійної роботи здобувачів вищої освіти.
3. Методи спостереження: методи ілюстрацій, методи візуалізації, методи демонстрацій. Лекції передбачають викладення теоретичного матеріалу та присвячені загальним питанням функціонування окремих елементів та приладів наноелектроніки, основним фізичним ефектам, що лежать в основі їх роботи. Побудовані за принципом проблемної лекції та за принципами лекції-інформації.

Лекції ілюстровані таблицями, наочним матеріалом у вигляді рисунків, схем, фотографій та представлені у формі мультимедійних презентацій, що дає можливість проводити заняття у дистанційній формі.

4. При вивченні фізичних ефектів, процесів та технологій приводяться їх іноземні (англомовні) аналоги відповідно до публікацій і іноземній літературі.

5. Методи проблемного навчання: виклад з елементами проблемності, пізнавальний проблемний виклад, проблемний виклад під час діалогу

Практичні завдання полягають у розв'язанні задач проблемного характеру за темами, що обговорюються на лекціях, числових оцінках ступеню прояву фізичних ефектів, оцінках можливості врахування або знехтування ефекту в конкретних умовах. Під час практичних занять обговорюються конкретні питання застосування теорій і відповідних формул та співвідношень до систем з реальними параметрами та обговорюються проблемні питання їх застосування.

Лабораторні заняття передбачають закріплення теоретичного матеріалу й набуття навичок самостійної роботи при виконанні практичних завдань. Під час лабораторних занять студенти вивчають властивості матеріалів та їх зміну під дією зовнішніх факторів.

8. Методи контролю

Самоконтроль здійснюється студентами при виконанні завдань для самопідготовки та самоконтролю по кожному розділу курсу з можливим використанням підручників, методичних посібників з відповідних розділів курсу, іншої додаткової літератури та інформаційних джерел.

Оцінювання поточної навчальної діяльності

Лекційний матеріал і самостійна робота студентів оцінюється в процесі поточного контролю на відповідних практичних заняттях і під час підсумкового контролю.

Оцінювання поточної навчальної діяльності здійснюється на кожному практичному занятті за відповідною темою.

Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за поточну навчальну діяльність при вивченні дисципліни становить 80 балів.

Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати студент за поточну навчальну діяльність при вивченні дисципліни для допуску до складання підсумкового контролю (заліку) - 40.

Розрахунок кількості балів проводиться на підставі отриманих студентом позитивних оцінок за традиційною шкалою під час вивчення дисципліни.

Поточний контроль.

Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

— експрес-контроль слугує для перевірки засвоєння студентами за темами лекційної частини курсу та теоретичних питань, що вивчаються студентами самостійно, проводиться протягом семестру у вигляді коротких (до 10 хв.) тестових завдань, що

складаються з 2 – 3 питань. Відповідь на кожне запитання оцінюється балами(від 0 до 5) відповідно до повноти та правильності відповіді.

Сума балів, що отримується дорівнює відношенню загальної кількості набраних балів до максимальної кількості балів, яке помножене на 20 та округлене до більшого цілого числа.

— тестування: проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями: слугує для контролю роботи студентів на практичних заняттях. При тестуванні впродовж практичних занять зараховуються тільки повністю виконані роботи. Їхня загальна кількість може варіюватись, тому зараховується відношення виконаних тестів до кількості проведених, що помножені на 20 та округлені до більшого цілого числа.

Умовою допуску до заліку є виконання **всіх домашніх завдань**, оцінених на позитивну оцінку,

Підсумковий семестровий контроль. Проводиться у формі заліку та передбачає письмову відповідь на поставлені питання та розв'язування задач. Залікове завдання складається з 5 питань, вичерпна відповідь на кожне з них зараховується в сумі 20 балів за залікову роботу. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повної відповіді на це питання містить письмова робота студента.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота															Залік	Сума
Розділ 1				Розділ 2			Розділ 3			Розділ 4				Разом		
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	14		
5	7	7	7	5	7	7	5	5	5	5	5	5	5	80	20	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

Вичерпна відповідь на кожне завдання зараховується як 5 балів. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку з 5 балів до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повної відповіді на це питання містить виконана робота студента, або пропорційно кількості суттєвих помилок у роботі студента.

5 балів – вичерпна та повна відповідь;

4 бали – відповідь правильна та містить усю необхідну інформацію, логічно побудована, але є неточності та/або упущення;

- 3 бали – відповідь задовільна, містить правильну інформацію, але не має пояснень, ілюстрацій, студент не може аргументувати (прокоментувати) свою думку;
- 2 бали – студент виявляє поверхневі, загальні знання без аналізу змісту питання, хоча загальний напрямок роздумів правильний;
- 1 бал – відповідь містить поодинокі елементи правильної інформації; .
- 0 балів – відповідь неправильна або відсутня.

Письмова відповідь(розв'язок задачі).

Оцінюється за шкалою від 0 до 5 балів.

- 5 балів – студент правильно розв'язує задачу, наводячи вихідні формули та проводячи правильні розрахунки зі вказівкою відповідних розмірностей результату;
- 4 бали – студент правильно розв'язує задачу, наводячи вихідні формули та проводячи правильні розрахунки, але не вказує відповідні розмірності результату;
- 3 бали – студент правильно розв'язує задачу, наводячи вихідні формули, але робить помилку при розрахунках;
- 1 бали – студент орієнтується у співвідношенні, проте не в змозі провести розрахунки;
- 0 бали – відповідь неправильна або відсутня.

Схема нарахування балів за тему

Тема оцінюється за шкалою від 0 до 5(7) балів. Кількість балів за тему:

$$K = \frac{\text{сума балів за відповіді на теорпитання} + \text{сума балів за виконані практичні завдання}}{\text{кількість теоретичних та практичних завдань}}$$

Орієнтовні критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

До підсумкового семестровому контролю (іспиту) допускаються студенти, які виконали всі види навчальних завдань, передбачені навчальною програмою, та при вивченні розділу набрали за поточну навчальну діяльність кількість балів, не меншу за мінімальну. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за результатами підсумкового семестрового контролю – 20, мінімальна кількість балів – 5.

Критерії оцінювання дисципліни Оцінку «відмінно» (5 балів – за завдання; 90-100 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- самостійно, грамотно, послідовно, з вичерпною повнотою, використовуючи дані додаткової літератури, відповів на запитання;
- чітко та правильно дає визначення та розкриває зміст кожного питання;
- вміє аналізувати, оцінювати та розкривати суть усіх процесів;
- вміє розв'язувати практичні завдання за темами курсу.

Оцінку «добре» (4 бали за завдання; 70-89 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- самостійно, грамотно відповів на запитання допускаючи незначні помилки при застосуванні наукових термінів та загальноприйнятих у сучасній анатомії;
- розкриває основний зміст навчального матеріалу, допускаючи незначні порушення у послідовності викладення;
- нечітко формулює висновки при оцінці суті процесів;
- вміє розв'язувати практичні завдання за темами курсу, але допустив неточності у їх виконанні.

Оцінку „задовільно” (3 бали – за завдання; 50-69 балів за курс у цілому) студент отримує, якщо:

- коли студент орієнтується в основному матеріалі, але не може самостійної послідовно сформулювати відповідь, допускає суттєві помилки;

- показує початкову уяву про предмет вивчення;
 - не може сформулює висновки при оцінці суті процесів;
 - фрагментарно орієнтується у розв'язанні практичних завдань.
- Оцінку „незадовільно” (менше 50 балів) студент отримує, якщо:**
- погано орієнтується в навчальному матеріалі;
 - виявляє незнання змісту навчального матеріалу;
 - виявляє невміння розв'язати практичне завдання.

10. Рекомендована література

1. Арзамасов Б.Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф. и др. Материаловедение: Учебник для высших технических заведений. – М. Машиностроение 1986. – 384 с.
2. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина под ред. В. П. Зломанова. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 400 с.
3. Шалаев А. А. Основы физического материаловедения : учеб. пособие / А. А. Шалаев. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 159 с. (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния).
4. А.А. Шалаев. Основы физического материаловедения: Учебное пособие / А.А. Шалаев. – Иркутск: изд-во Иркут. гос. ун-та, 2014. – 190с. – (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния)
5. Елисеев А.А, Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы/ под ред. Ю.Д. Третьякова. – М. Физмат, 2010. – 456 с.
6. С.П. Вихров, Т.А. Холомина, П. И. Бегун, П.Н. Афонин. Биомедицинское материаловедение: Учебные пособие для вузов– М. Горячая линия- Телеком 2006. – 383 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-mechanical-behavior-of-biomedical-materials>
2. <https://www.iospress.nl/journal/bio-medical-materials-and-engineering/>
3. <https://onlinelibrary.wiley.com/toc/15524965/2021/109/7>

Періодичні видання

Зарубіжні

Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials

Bio-Medical Materials and Engineering

Journal of Biomedical Materials Research Part A: Applied Biomaterials

Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials