

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА Матеріалознавства та обробки матеріалів
(повна назва кафедри)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи
Р. Б. Папірник

« 25 » вересня 2019 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанотехнології та наноматеріали

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 «Матеріалознавство»

(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Прикладне матеріалознавство

(назва освітньої програми)

освітній ступень бакалавр

(ступень)

форма навчання денна

(денна, заочна, вечірня)

Розробник Лаухін Дмитро Вячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення основних принципів формування нанокристалічних структур на різних стадіях виробництва, а також наукових основ і об'єктів нанонауки і нанотехнології.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			VIII	
Всього годин за навчальним планом, з них:	150	5	150	
Аудиторні заняття, у т.ч:	44		44	
лекції	30		30	
лабораторні роботи	-		-	
практичні заняття	14		14	
Самостійна робота, у т.ч:	106		106	
підготовка до аудиторних занять	7		7	
підготовка до контрольних заходів	9		9	
виконання курсового проекту або роботи	30		30	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	30		30	
підготовка до екзамену	30		30	
Форма підсумкового контролю			Екзамен	

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни. Засвоєння студентами основних видів нанотехнологій та методів формування наноструктур у деталях в процесі виробництва. Ознайомлення з основними областями застосування високотехнологічних операцій, специфічна поведінка речовини на субмікронному масштабному рівні та основні причини специфіки нанооб'єктів, а також їх застосування у науці, практиці й будівництві.

Завдання дисципліни: засвоєння технологій та технологічних засобів, що сприяють утворенню наноструктур, нанооб'єктів і наноструктурних компонентів у будівельних та інших матеріалах. Ознайомлення з основними методами і засобами дослідження нанооб'єктів та з їх фізико-механічними властивостями. Отримати практичні навички щодо дослідження наноматеріалів. Вміти оцінити структуру і розміри нанооб'єктів. Отримати знання щодо використання нанотехнологій і наноматеріалів у різних галузях промисловості. Вміти використовувати отримані знання з нанотехнологій та наноматеріалів при вивченні інших дисциплін та у наступній професійній діяльності.

Пререквізити дисципліни. Дана дисципліна базується на засвоєнні наступних дисциплін: «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Фізико-хімічні методи аналізу»; «Технологія обробки матеріалів».

Постреквізити дисципліни: Дана дисципліна перекликається з наступними дисциплінами: «Фізичні властивості і методи дослідження матеріалів», «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів».

Компетентності. Здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки; здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства; знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації; здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог; знання основ дослідницьких робіт, стандартизації, сертифікації і акредитації матеріалів та виробів; розуміння обов'язковості дотримання професійних і етичних стандартів; здатність планувати і виконувати дослідження, обробляти результати експерименту з використанням сучасних інформаційних технологій, програмного забезпечення, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

1. Володіти логікою та методологією наукового пізнання.
2. Уміти виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я, охорона навколишнього середовища, економіка) обмежень.
3. Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються при розв'язанні складних матеріалознавчих задач.
4. Використовувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів.
5. Уміти обґрунтовано призначати показники якості матеріалів та виробів.
6. Уміти застосовувати вимоги вітчизняних та міжнародних нормативних документів щодо формулювання та розв'язання наукових та науково-технічних задач розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.
7. Демонструвати обізнаність та практичні навички в галузі технологічного забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них.

Методи навчання:

1. Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, розповідь, лекція, бесіда, робота з підручником; демонстрування, самостійне спостереження, лабораторні роботи);

2. Методи стимулювання навчальної діяльності (навчальна дискусія, забезпечення успіху в навчанні, створення ситуації інтересу у процесі викладення, створення ситуації новизни, опора на життєвий досвід студента; стимулювання обов'язку і відповідальності в навчанні).

Форми навчання: індивідуальні, групові, фронтальні, колективні.

4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
Змістовий модуль 1. Основи нанотехнології та наноматеріалів					
Історія розвитку нанотехнологій і нанооб'єктів. Основні принципи створення нанооб'єктів.	4	2	–	–	2
Особливості технічних систем, що використовуються в нанотехнологіях	4	2	–	–	2
Розмірна класифікація: 0Д, 1Д, 2Д, 3Д. Класифікація Гляйтера.	4	2	–	–	2
Конденсація в середовищі інертного газу. Плазмохімічний синтез. Електродугове випаровування в середовищі інертного газу (Фуллерени, тубулярні і цибулинні структури). Газотермічне напилення. Керовані поверхневі хімічні реакції. Механічне легування. Електроосадження. Контрольована кристалізація з аморфного стану. Інтенсивна пластична деформація.	4	2	–	–	2
Фазові перетворення у твердому стані. Евтектоїдні перетворення. Мартенситні перетворення. Швидкісні методи термічної обробки.	4	2	–	–	2
Загальні уявлення про фізико-хімічні властивості наноматеріалів. Хімічний склад, структура, спосіб отримання і властивості металевих.	9	2	6	–	1
Границя плинності. Пластичність. Зворотний ефект Холла Петча. Деформаційне зміцнення. Чутливість до швидкості відносної деформації. Магнітні властивості.	3	2	–	–	1
Пробій скупчення дислокацій. Зернограничне ковзання. Обертання зерен.	9	4	4	–	1
Наночастки цементиту в перліті доевтектоїдних сталей. Наночастки карбіду Хегга в сталі Гадфільда. Дефекти пакування, розщеплені дислокації і гексагональна-фаза (деформаційний мартенсит) в деформованій аустенітній сталі.	5	4	–	–	1
Скануюча тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Інформатика та нанолітографія. Магнітно-силова мікроскопія.	9	4	4	–	1
Мікроелектроніка: нанопроцесори з низьким рівнем енерговикористання і суттєво високою	5	4	–	–	1

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
продуктивністю, запминаючи пристрої малих розмірів але з величезним (мультітерабітним) об'ємом пам'яті. Наноматеріали у медицині: нові лікарські засоби та способи їх введення. Наноматеріали у промисловості: матеріали надвисокої міцності. Військова справа: Покриття, невидимі для радарів, нові вибухові речовини, тощо.					
Стабільність. Зростання зерен і дифузія. Параметри самодифузії деяких нанокристалічних і крупнокристалічних зразків. Фазова і хімічна стійкість сплавів в наностані. Термодинамічний і кінетичний аспект. Хімічний потенціал поверхні як рушійна сила фазового розшарування сплаву в наностані.	15	–	–	–	15
Пористі матеріали і матеріали із спеціальними фізико-хімічними властивостями. Матеріали із спеціальними фізичними властивостями. Водневі акумулятори. Finemets, магніторезистивні матеріали та матеріали для магнітного запису інформації. Електропровідні матеріали та ізолятори.	15	–	–	–	15
Разом за змістовим модулем 1	75	30	14	-	31
Змістовий модуль 2. (Курсовий проект). Дослідження впливу нанорозмірних елементів на структуру і властивості матеріалів					
Дослідження структури наноматеріалів за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу. Дослідження фазових перетворень у сплавах на основі заліза з утворенням наноструктурних елементів. Дослідження структури сплавів на основі заліза за допомогою растрового електронного мікроскопу.	30	–	–	–	30
Разом за змістовим модулем 2	30	–	–	–	30
Екзамен	30				30
Усього годин	135	30	14	-	106

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1.	Основні поняття і визначення, використовувані в нанотехнологіях.	2
2.	Сучасні тенденції розвитку нанотехнологій, нанооб'єктів і наноструктур.	2
3.	Класифікація наноструктури.	2
4.	Технологічні методи синтезування	2
5.	Утворення наноструктур при фазових перетвореннях в промислових сталях і сплавах	2
6.	Фізико-хімічні властивості наноматеріалів	2
7.	Механічні властивості металевих наноматеріалів	2
8.	Механізми деформації нанокристалічних матеріалів	2
9.	Елементи наноструктури в промислових сталях і сплавах	2
10, 11	Нанотехнології та високорозрішаюча скануюча зондова мікроскопія	4

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
12, 13	Галузі застосування наноматеріалів і нанотехнологій	4
14, 15	Термодинамічні параметри наностану і його стійкість	4
16, 17	Основи технології і застосування багатофункціональних наноматеріалів	4

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-3	Вивчення основ мікроструктурного аналізу металів і сплавів з використанням оптичного мікроскопа	6
4, 5	Дослідження властивостей магнітних матеріалів	4
6, 7	Вивчення будови вуглецевих нано-трубок	4

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ (РП)

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Навчальний план не передбачає	

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1.	підготовка до аудиторних занять	7
2.	підготовка до контрольних заходів	9
3.	виконання курсового проекту Дослідження структури наноматеріалів за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу. Дослідження фазових перетворень у сплавах на основі заліза з утворенням наноструктурних елементів. Дослідження структури сплавів на основі заліза за допомогою растрового електронного мікроскопу.	30
	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: <i>1. Термодинамічні параметри наностану і його стійкість.</i> Стабільність. Зростання зерен і дифузія. Параметри самодифузії деяких нанокристалічних і крупнокристалічних зразків. Фазова і хімічна стійкість сплавів в наностані. Термодинамічний і кінетичний аспект. Хімічний потенціал поверхні як рушійна сила фазового розшарування сплаву в наностані.	30 15
	<i>2. Основи технології і застосування багатофункціональних наноматеріалів.</i> Пористі матеріали і матеріали із спеціальними фізико-хімічними властивостями. Матеріали із спеціальними фізичними властивостями. Водневі акумулятори. Finemets, магніторезистивні матеріали та матеріали для магнітного запису інформації. Електропровідні матеріали та ізолятори.	15
4.	підготовка до екзамену	30

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний, самоконтроль і самооцінка.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Змістовий модуль 1. Основи нанотехнології та наноматеріалів

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 34 бали;
- лабораторні роботи - максимальна кількість - 30 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 36 балів).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Лабораторні заняття. Максимальна кількість балів - 30. Загальна кількість лабораторних робіт - 3(10 балів за кожну лабораторну роботу). За кожну лабораторну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних - 9-5 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 9 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 9 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 9-7 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -6-4 бали;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 3-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Змістовий модуль 2 (курсний проект).

Максимальна оцінка за *курсний проект* – 100 балів. Курсовий проект складається з чотирьох рівноважних розділів. Максимальна кількість балів за кожен розділ – 25 балів. На кожен розділ курсового проекту нараховують:

- за повністю викладений розділ – 25 балів;
- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 24-20 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 19-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді допущені грубі помилки – 10-1 балів;
- за повну відсутність розрахункової частини – 0 балів.

Екзамен

Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірне теоретичне обґрунтування отриманим результатам – 25 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді теоретично не обґрунтовано отримані результати – 24-22 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді зроблено невірне обґрунтування отриманих результатів – 21-15 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді відсутні теоретичні тлумачення та обґрунтування отриманих результатів – 15-7 балів;
- студент не розкрив суть питання, але у відповіді наведено відповідні загальні концепції – 6-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка за курс визначається як середнє арифметичне між оцінками за змістовий модуль та екзамен.

Порядок зарахування пропущених занять: захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацювання пропущеного практичного заняття шляхом виконання відповідного завдання згідно з тематикою практичного заняття.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Учебное пособие для студентов высш. Учебн. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. –1 82 с.
2. Gleiter H. Nanocrystalline materials. Prog Mater Sci – 1989; V. 33– P. 223–315.
3. Глезер А.М. Аморфные и нанокристаллических структуры: сходства, оазличья,взаимные переходы //Российский химический журнал. – 2002. – Т.46 №5. –С 50-56.
4. Валиев Р.З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М: Логос, 2000 –272 с.
5. Киселёв В.Ф., Козлов С.Н., Зотов А.В. Основы физики поверхности твёрдого тела. – М.: Изд-во МГУ, 1999.– 284 с.
6. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. М.: Машиностроение. – 2003. – 112 с.
7. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. – 248 с.
8. Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А. Физика квантовых наноразмерных структур. – М.% Логос, 2000. – 248 с.
9. М.А., Займовський В.А. Механические свойства материалов. – М.: Металлургия, 1979. – 495 с.
10. Мак Лин Д. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1965. – 431 с.
11. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1983. – 431 с.
12. Большаков В.І., Береза О.Ю., Харченко В.І. Прикладне матеріалознавство: Підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – 2-е видання, доповнене і перероблене / Під редакцією д.т.н., проф. Большакова В.І. – РВА «Дніпро-VAL»: 2000. – 290 с.
13. В.И. Большаков, Г.Д.Сухомлин, Д.В.Лаухин Атлас структур металлов и сплавов – Дн-ск: ГВУЗ «ПГАСиА», 2010, 174с.

Допоміжна

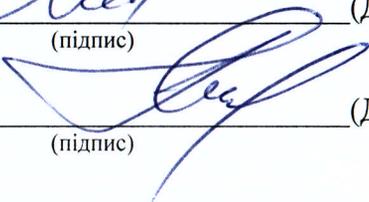
1. Куравець М.І. Кристаллографія і мінералогія. Навч. посібник. – Львів: Світ, 1996, 225 с.
2. Валиев Р.З. Развитие равноканального углового прессования для получения ультрамелкозернистых металлов и сплавов.// Металлы. – 2004. №1 С. 15-21

3. Langford G., Cohen M. Subgrains strengthening of materials. Trans. ASM – 1969, Vol. 62 – P. 823-835;
4. Yokota T., Garica–Mateo C., Bhadeshia, H. K. D. H., Formation of nanostructured steel by phase transformation, Scripta Materialia 2004 – Vol. 51, P. 767-770.
5. Gleiter H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure. Acta Materialia, 2000, Vol. 48, No 1, P. 1-29.
6. Artz E. Acta Mater 1998; 46: 5611.
7. Birringer R. Mater Sci Eng A 1989; 117:33.
8. Palumbo G, Thorpe SJ, Aust KT. Scripta Metall Mater 1990; 24: 1347–50.
9. Rack HJ, Cohen M. Influence of recovery on the tensile behavior of highly-strained iron alloys. In: Murr LE, Stein C, editors. Fron Mat. Sci. 1976: 365.
10. Lashmore D.S., Jesser W.A., Schladitz D.M., Schladitz H.J., Wilsdorf H.G.F. J Appl Phys 1977; 48:478.
11. Gleiter H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure //Acta Mater 2000; 48: 1–29.
12. B.P. Tarasov, V.E. Muradyan, Y.M. Shulga et al. // Carbon. –2003. v. 41 – P. 1357-1364.
13. Kazmaier P., Chorpa N; Bridging size scales with self-assembling supramolecular materials // MRS Bulletin. – 2000. V. 25. – N 4. – P. 30-35.
14. Banhart F., Ajayan R. Morphology of carbon nanostructures // Nature. – 1996. – V. 382. – P. 433-436.

12. INTERNET-РЕСУРСИ

1. <http://www.kipinfo.ru/info/stati/?id=51>
2. <http://www.gsi.ru>
3. <http://www.gost-svarka.ru/metodiKontroly>
4. <http://window.edu.ru/resource/916/49916>
5. http://www.devicesearch.ru/article/nerazrushayuschiy_kontrol
6. <http://www.moluch.ru/archive>
7. <http://www.ikcptb.com/tehnickeskoe-obsledovanie-zs.html>
8. <http://stroj.mos.ru/nauka/d26dr4408m0rr4616.html>
9. http://www.zetms.ru/support/articles/seismo/analiz_konstrukcii_zdaniy.php
10. <http://www.gosthelp.ru/text/Texnickeskoeobsledovanies.html>

Розробник  (Д. В. Лаухін)
(підпис)

Гарант освітньої програми  (Д. В. Лаухін)
(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри
Матеріалознавства та обробки матеріалів

Протокол від «16» вересня 2019 року № 3