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

Застосування нанотехнологій при проектуванні новітніх будівельних матеріалів
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми)

освітній ступень доктор філософії
(ступень)

форма навчання денна
(денна, заочна, вечірня)

Розробник Лаухін Дмитро Вячеславович, Бекетов Олександр Вадимович
(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 при проектуванні новітніх будівельних матеріалів.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			III	
Всього годин за навчальним планом, з них:	**120**	**4**	**120**	
Аудиторні заняття, у т.ч:	**46**		**46**	
лекції	24		24	
лабораторні роботи	–		–	
практичні заняття	22		22	
Самостійна робота, у т.ч:	**74**		**74**	
підготовка до аудиторних занять	18		18	
підготовка до контрольних заходів	2		2	
виконання курсового проекту або роботи	–		–	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	24		24	
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 та практиці при проектуванні новітніх будівельних матеріалів.

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 при проектуванні новітніх будівельних матеріалів. Вміти використовувати отриманні знання з нанотехнологій та наноматеріалів при вивченні та при проектуванні новітніх будівельних матеріалів.

Пререквізити дисципліни. Дана дисципліна базується на засвоєнні наступних дисциплін: «Методологія, організація і технологія наукових досліджень», «Розробка та застосування сучасних функціональних матеріалів», «Структурний аналіз металів з застосуванням сучасних методів».

Постреквізити дисципліни: Дана дисципліна перекликається з наступними дисциплінами: «Металофізична кристалографія та зернограничне конструювання», «Оцінка структури та властивостей матеріалів з використанням теорії фракталів», «Матеріалознавство, як основа містобудування», «Прикладні задачі механіки руйнування будівельних матеріалів», «Утилізація, переробка та екологічність сучасних матеріалів», «Використання сучасних високоміцних сталей для багатоповерхових будівель та більше прольотних споруд».

Компетентності Здатність проведення наукових досліджень на рівні доктора філософії; здатність використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій, комп'ютерних засобів та програм; здатність створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких відповідає вимогам резидентів на національному та міжнародному рівнях; здатність до публічного представлення та обґрунтованого захисту результатів наукових досліджень; здатність знаходити, обробляти й аналізувати необхідну інформацію для розв'язання задач і прийняття рішень; здатність забезпечувати безперервний саморозвиток і самовдосконалення, відповідальність за розвиток інших; здатність слідувати етичним і правовим нормам у професійній діяльності; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність використовувати у професійній діяльності базові загальні знання з різних наук; компетентність у самостійному виконанні науково-дослідної діяльності у галузі матеріалознавства з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій; компетентність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в галузі матеріалознавства для вирішення наукових і практичних проблем; компетентність проводити теоретичні й експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання матеріалознавчих задач; компетентність аналізувати стан проблеми в галузі матеріалознавства, ідентифікувати шляхи вирішення та синтезувати нове знання на основі власного досвіду розв'язання проблеми; здатність на основі фундаментальних та спеціальних знань проектувати та створювати нові будівельні матеріали; здатність оцінювати рівень властивостей будівельних матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених моделей.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: знати методи наукових досліджень; використовувати методи наукових досліджень на рівні доктора філософії; працювати з різними джерелами, розшукувати, обробляти, аналізувати та синтезувати отриману інформацію; виявляти теоретичні та практичні проблеми, а також дискусійні питання в конкретних освітніх, наукових та професійних текстах в галузі матеріалознавства та суміжних сферах; знати сучасні методи теоретичного та експериментального дослідження; знати закономірності керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення; розробляти та реалізовувати з застосуванням сучасних комп'ютерних технологій фізичні, математичні та імітаційні моделі процесів, матеріалів; проводити експертизу науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт та проектів; знати сучасні моделі для оцінювання рівня властивостей будівельних матеріалів; використовувати існуючі моделі для оцінювання рівня властивостей будівельних матеріалів; розробляти моделі для оцінювання рівня властивостей будівельних матеріалів.

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
Особливості технічних систем, що використовуються в нанотехнологіях. Розмірна класифікація: 0Д, 1Д, 2Д, 3Д..	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.	16	4	10	–	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.	10	2	6	–	2
Границя плинності. Пластичність. Зворотний ефект Холла Петча. Деформаційне зміцнення. Чутливість до швидкості відносної деформації. Магнітні властивості.	4	2	–	–	2
Пробій скупчення дислокацій. Зернограничне ковзання. Обертання зерен.	4	2	-	–	2

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
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.	6	4	–	–	2
Скануюча тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Інформатика та нанолітографії. Магнітно-силова мікроскопія.	10	2	6	–	2
Мікроелектроніка: нанопроцесори з низьким рівнем енерговикористання і суттєво високою продуктивністю, запоминаючі 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.	8	4	–	–	4
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.	12	–	–	–	12
Пористі матеріали і матеріали із спеціальними физико-хімічними властивостями. Матеріали із спеціальними фізичними властивостями. Водневі акумулятори. Finemets, магніторезистивні матеріали та матеріали для магнітного запису інформації. Електропровідні матеріали та ізолятори.	12	–	–	–	12
Разом за змістовим модулем 1	**90**	**24**	**22**	**-**	**44**
Екзамен	**30**				**30**
Усього годин	**120**	**24**	**22**	**-**	**74**

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Особливості технічних систем, що використовуються в нанотехнологіях.	2
2, 3	Конденсація в середовищі інертного газу.	4
4	Фазові перетворення у твердому стані.	2
5	Загальні уявлення про фізико-хімічні властивості наноматеріалів.	2
6	Границя плинності.	2
7	Пробій скупчення дислокацій. Зернограничне ковзання. Обертання зерен.	2
8, 9	Наночастки цементиту в перліті доевтектоїдних сталей.	4
10	Скануюча тунельна мікроскопія.	2
11, 12	Мікроелектроніка: нанопроцесори з низьким рівнем	4

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	енерговикористання і суттєво високою продуктивністю, запоминаючі пристрої малих розмірів але з величезним (мультітерабітним) об'ємом пам'яті.	

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-5	Вивчення основ мікроструктурного аналізу металів і сплавів з використанням оптичного мікроскопа	10
6-8	Дослідження властивостей магнітних матеріалів	6
9-11	Вивчення будови вуглецевих нано-трубок	6

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ 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	18
2.	підготовка до контрольних заходів	2
	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: *1. Термодинамічні параметри наностану і його стійкість.* 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. *2. Основи технології і застосування багатофункціональних наноматеріалів.* Пористі матеріали і матеріали із спеціальними физико-хімічними властивостями. Матеріали із спеціальними фізичними властивостями. Водневі акумулятори. Finemets, магніторезистивні матеріали та матеріали для магнітного запису інформації. Електропровідні матеріали та ізолятори.	24 12 12
3.	підготовка до екзамену	30

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний, самоконтроль і самооцінка.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 24 бали;
- практичні заняття – максимальна кількість – 36 балів;
- контрольної роботи за темами 1-11 (максимальна кількість 40 балів).

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

балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів – 36. Загальна кількість практичних занять – 3. За практичні заняття **нараховують** по 12 балів**:**

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 12 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді не розкрито теоретичні засади обраних методик проведення експерименту – 11-7 бали;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні обґрунтування експериментальних даних – 6-4 бали;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді відсутні теоретичні тлумачення та обґрунтування отриманих даних – 3-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Контрольна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 10 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав правельне теоретичне обґрунтування отриманим результатам – 10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді теоретично не обґрунтовано отримані результати – 9-6 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді зроблено неправильне обґрунтування отриманих результатів – 5-4 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді відсутні теоретичні тлумачення та обґрунтування отриманих результатів – 3-2 балів;
- студент не розкрив суть питання, але у відповіді наведено відповідні загальні теоретичні концепції – 1 бал;

за повну відсутність відповіді – 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 з дисципліни 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, оазличея,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 квантових 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. Кристалографія 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/tehnicheskoe-obsledovanie-zs.html
8. http://stroi.mos.ru/nauka/d26dr4408m0rr4616.html
9. http://www.zetms.ru/support/articles/seismo/analiz_konstrukcii_zdaniy.php
10. http://www.gosthelp.ru/text/Texnicheskoeobsledovanies.html

Розробник _____(Д. В. Лаухін)
(підпис)

Розробник _____(О. В. Бекетов)
(підпис)

Гарант освітньої програми _____(В. М. Волчук)
(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри
Матеріалознавства та обробки матеріалів

Протокол від «16» вересня 2019 року № 3