

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії Прикладна механіка
(назва комісії)

Пономаренко О.І.
(підпис) (ініціали та прізвище)

« » 20 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Технології і техніка нанорівня»

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 13 Механічна інженерія
(шифр і назва)

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

спеціалізація 131.01 «Інтегровані технології машинобудування»
(шифр і назва)

вид дисципліни професійна підготовка
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання денна
(денна / заочна)

Харків – 2018 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни «Технології і техніка нанорівня»
(назва дисципліни)

Розробники:

Доцент, к.т.н. _____
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Л.І. Пупань
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф.Семка _____
(назва кафедри)

Протокол від « ____ » _____ 20 ____ року № _____

Завідувач кафедри «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф.Семка
(назва кафедри)

_____ (підпис)

д.т.н., проф. О.М. Шелковий
(ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Назва випускової кафедри

«Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф.Семка

Завідувач кафедри _____
(підпис)

_____ д.т.н., проф.О.М. Шелковий
(ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 20__ р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування обсягу знань щодо створення об’єктів шляхом нанорівневого структурування; розкриття фізичної суті та принципів практичної реалізації основних методів формоутворення матеріалів та виробів з використанням нанотехнологій.

Компетентності – здатність до аналізу необхідності призначення методів та процесів нанорівневих технологій для формоутворення матеріалів та виробів з заданими механічними та експлуатаційними властивостями. Готовність до практичного застосування технологічних процесів нанорівня для отримання об’єктів машинобудівного призначення.

Результати навчання – знати фізичну суть процесів нанотехнологічного виробництва, структурні особливості, фізико-механічні та експлуатаційні властивості наноструктурованих виробів, методи та обладнання створення наноструктурного стану; методики дослідження наноструктурних об’єктів, напрямки доцільного використання нанотехнологій у машинобудуванні; вміти обґрунтовувати вибір початкових наномасштабних елементів для формування матеріалів та об’єктів з заданими властивостями, визначати оптимальний метод формоутворення наноб’єкту згідно з вимогами його використання, аналізувати можливості виготовлення характерних виробів машинобудування на базі нанорівневого підходу.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вступ до спеціальності	Ріжучий інструмент
Фізика	Теоретичні основи технологій машинобудування
Хімія	
Технологія конструкційних матеріалів та прикладне матеріалознавство	Основи наукових досліджень
	Сучасні технології в прикладній механіці
	Сучасні наукові школи кафедри
	Високі технології в машинобудуванні

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий кон- троль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	90/3	32	58	32	-	-	РЕ	2	+	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 35,6 (%).

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л ₁	2	<p>Змістовий модуль № 1. Основи конструювання об'єктів на атомно-молекулярному рівні</p> <p><u>Тема 1. Нанотехнології як ключовий напрямок розвитку технологій XXI століття.</u> Концепція трьох рівнів адитивних технологій. Сутність формування фізичної поверхні на нанорівні. Основні поняття та визначення нанотехнологій.</p>	[1-7]
2	Л ₂	2	Хронологія розвитку нанонауки, нанотехніки, нановиробництва. Наукові основи та об'єкти нанотехнологій. Міждисциплінарний характер нанотехнологій.	[3,4]
3	СР ₁	6	Наноефекти і нанооб'єкти в природі. «Інтуїтивні» нанотехнології.	[2-4]
4	Л ₃	2	<u>Тема №2. Методи діагностики наноструктур та нанооб'єктів.</u> Особливості діагностики наноструктур та основні вимоги до використовуваних методів. Методи електронної та скануючої зондової мікроскопії.	[3-5,8,9]
5	Л ₄	2	Нанотестування. Поняття про нанометрологію.	[3-5]
6	СР ₂	6	Спектральні методи дослідження наноматеріалів.	[4,5]
7	Л ₅	2	<u>Тема №3. Методи конструювання матеріалів та об'єктів на нанорівні.</u> Елементарні об'єкти та методи нанотехнологічного конструювання. Основні механізми нанотехнологічного виробництва. Атомно-молекулярне збирання за допомогою асемблера. Атомно-молекулярне збирання за допомогою скануючої електронної мікроскопії.	[1-5,9]
8	Л ₆	2	Принципи самозбирання та самоорганізації. Об'єкти та методи самозбирання. Роль атомних кластерів в процесах самозбирання. Властивості та використання кластерів в процесах нанотехнологічного конструювання.	[1-5]
9	СР ₃	4	Методи отримання атомних кластерів.	[4-6]

10	Л ₇	2	Наноорієновані технології конструювання поверхні. Наночарові покриття: принципи формування, структура, властивості, використання. Квантові наноструктури.	[1,3-5,10]
11	Л ₈	2	Методи моделювання наноструктур.	[3,4]
12	СР ₄	6	Опрацювання лекційного матеріалу.	
13	М ₁		Модульна контрольна робота №1.	
			Змістовий модуль № 2.	
			Модуль №2. Наноматеріали. Галузі використання наноматеріалів та нанотехнологій	
14	Л ₉	2	<u>Тема №4. Структура та властивості наноструктурних матеріалів.</u> Структурні особливості наноматеріалів, що забезпечують неординарність їх властивостей.	[1-6,11]
15	Л ₁₀	2	Фізичні, хімічні, механічні властивості наноматеріалів. Принципи класифікації наноматеріалів.	[1-6,11]
16	СР ₅	4	<u>Тема №5. Нанопорошки.</u> Особливості структури, властивостей нанопорошків, методи їх виробництва, галузі використання	[3-5]
17	Л ₁₁	2	<u>Тема №6. Вуглецеві наноматеріали як приклад матеріалів з дійсно нанорозмірними ефектами та властивостями.</u> Алотропні форми вуглецю. Фулерени та вуглецеві нанотрубки: структура, методи отримання, властивості та використання як об'єктів нанотехнологій	[1-5,10,11]
18	СР ₆	3	Графен: структура, властивості, перспективні галузі використання	[3,4]
19	Л ₁₂	2	<u>Тема №7. Об'ємні наноматеріали.</u> Загальна характеристика. Технології порошкової металургії, інтенсивного пластичного деформування. Властивості та використання отримуваних матеріалів.	[1-5,11,12]
20	Л ₁₃	2	Технології отримання наноструктурованих покриттів на робочих поверхнях. Багатошарові наноструктурні покриття.	[1-5]
21	Л ₁₄	2	<u>Тема №8. Галузі використання наноматеріалів та нанотехнологій.</u> Конструкційні, інструментальні, композиційні та функційні наноструктурні матеріали.	[2-5,13]
22	Л ₁₅	2	Використання наноматеріалів та нанотехнологій у машинобудуванні, мікроелектроніці та фотоніці, енергетиці, будівництві.	[2-7,12-14]
23	СР ₇	4	Нанотехнології в системах безпеки та воєнній галузі.	[3-7]

24	CP ₈	3	Нанотехнології в медицині. Нанотехнології та екологія.	[3-7]
25	Л ₁₆	2	Тема №9. <i>Перспективи розвитку нанотехнологій.</i> Синергетичний ефект нанотехнологій. Економічні аспекти використання нанотехнологій. Особливості інвестування. Основні тенденції розвитку у найближчій та віддаленій перспективі.	[2,6,7]
26	CP ₉	5	Нанотехнологічні розробки в НТУ «ХП».	[3,13,14]
27	CP ₁₀	7	Опрацювання лекційного матеріалу.	
28			<i>Модульна контрольна робота №2.</i>	
Разом (годин)		90		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	13
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	-
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	35
4	Виконання індивідуального завдання (РЕ)	10
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	58

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Реферат на тему згідно з індивідуальним варіантом: питання (задачі, завдання) для поточного та підсумкового контролю з дисципліни «Технології і техніка нанорівня» http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/	12

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

1. Навчання з теоретичних основ курсу проходить у формі «лекція – візуалізація» з використанням мультимедійних технологій, з визначенням основних питань та кінцевих висновків з кожної теми лекційного матеріалу.
2. Навчання практичним основам курсу проходить у формі індивідуальної роботи або роботи невеликими групами з використанням реальних об'єктів вивчення (зразків наноматеріалів); демонстрації обладнання з визначення їх структурних особливостей; ознайомлення з практичними моделюючими методами отримання наноматеріалів різного призначення.
3. Самостійна робота студентів проходить у віртуальному середовищі (методичне забезпечення самостійної роботи, у тому числі науково-методичні розробки з електронного фонду репозитарію НТУ «ХП»), що дозволяє студентам опрацьовувати як теоретичні, так і практичні питання курсу і виконувати самоконтроль освоєння дисципліни.
4. Контроль якості знань студентів передбачає два модульних контролю у тестовому варіанті, поточне атестування в інтерактивній формі.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

У рамках розділів дисципліни здійснюється поточне, а по завершенню курсу – заключне оцінювання ступеню освоєння студентами опрацьованого матеріалу.

Поточний контроль передбачає наступні види оцінювання:

- перевірку знань теоретичного лекційного матеріалу та завдань самостійних робіт за допомогою експрес-опитування згідно з відповідними темами, а також згідно з тестовими завданнями зі змістових модулів за певною кількістю балів – модуль 1 – 40 балів; модуль 2 – 50 балів (табл.1);
- перевірку виконання індивідуального завдання (реферату за заданою темою) за визначеною кількістю балів (10 балів).

Підсумок поточного контролю розраховується на основі суми балів, набраних студентом за вищевикладені види робіт, і може бути представлений як оцінка за рейтингом.

Заключний контроль знань (диференційний залік) проводиться у формі відповідей на 5 запитань залікового білету, правильна відповідь на кожен з яких оцінюється в 20 балів. Підсумкова оцінка підраховується на основі отриманої суми балів.

Контролюючі матеріали з дисципліни містять:

- тести поточного контролю знань;
- залікові білети з підсумкового контролю знань;
- контрольні роботи з визначення залишкових знань з дисципліни.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота									Індивідуальне завдання (реферат)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2						10	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
10	10	20	10	8	7	10	10	5		100

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

1	Пупань Л.І. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ з дисципліни «Технології і техніка нанорівня» http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/
2	Пупань Л.І. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ з дисципліни «Технології і техніка нанорівня» http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/
3	Пупань Л.І. .ПИТАННЯ (ЗАДАЧІ, ЗАВДАННЯ) ДЛЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ з дисципліни «Технології і техніка нанорівня» http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/
4	Пупань Л.І. ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ з дисципліни «Технології і техніка нанорівня» http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/
5	Пупань Л.І. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Технології і техніка нанорівня» http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Грабченко А.И. Интегрированные генеративные технологии: учеб пособие для студ. выс. учеб. заведений, кот. обуч. по специальности «Технология машиностроения» / А.И. Грабченко, Ю.Н. Внуков, В.Л. Доброскок и др.; под ред. А.И. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 396 с. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
2	Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2009. – 336 с.
3	Грабченко А.И. Введение в нанотехнологии: текст лекций / А.И. Грабченко, Л.И. Пупань, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ. – Х.: НТУ «ХПИ», 2012. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
4	Грабченко А.И., Пупань Л.И. Технологии и техника наноуровня: учеб.-метод. пособие для студентов специальности «Прикладная механика» дневной, заочной и дистанционной форм обучения. – Х.: НТУ «ХПИ», 2017. – 81 с. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
5	Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учеб. пособ. / В.В. Старостин; под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
6	Нанотехнологія та її інноваційний розвиток : моногр. / В.С. Пономаренко, Ю.Ф. Назаров, В.П. Свідерський та ін. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 280 с.
7	Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2009. – 352 с.

Допоміжна література

8	Пупань Л.И. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Изучение структуры материалов методом электронной микроскопии» по курсам «Введение в нанотехнологии», «Технологии и техника наноуровня», «Наноматериалы и нанотехнологии» для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной офрм обучения / Л.И. Пупань. – Х.: НТУ «ХПИ», 2011. – 35 с. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
9	Пупань Л.И. Методические указания к выполнению практической работы «Материалы и методы получения зондов сканирующих зондовых микроскопов» по курсам «Введение в нанотехнологии», «Технологии и техника наноуровня», «Наноматериалы и нанотехнологии» для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной офрм обучения / Л.И. Пупань. – Х. : НТУ «ХПИ», 2011. – 21 с. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
10	Пупань Л.И. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Получение наноструктур методом термического испарения в вакууме» по курсам «Введение в нанотехнологии», «Технологии и техника наноуровня», «Наноматериалы и нанотехнологии» для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения. / Л.И. Пупань. – Х. : НТУ «ХПИ», 2011. – 16с. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
11	Пупань Л.И. Перспективные технологии получения и обработки материалов : учеб. пособ. / Л.И. Пупань, В.И. Кононенко. – Х.: НТУ «ХПИ», 2008. – 261 с. http://web.kpi.kharkov.ua/repository
12	Матренин С.В. Наноструктурные материалы в машиностроении : учеб. пособ. / С.В. Матренин, Б.Б. Овечкин. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2009. – 186 с
13	Грабченко А.И., Каптай Дж., Симонова А.А., Тарасюк А.П., Драгобецкий В.В., Вerezуб Н.В. Резание металлов с объемной нано- и субмикрористаллической структурой: Монография. – Х.: Изд-во «Точка», 2012. – 218 с.
14	Узунян М.Д., Стрельчук Р.М. Шлифование наноструктурных твердых сплавов : Учеб. пособие. – Х.: Изд-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2015. – 182 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

1. <http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/>
2. <http://web.kpi.kharkov.ua/repository>
3. <http://nanotechweb.org/cws/home>
4. <http://www.nanometer>
5. <http://nano-planet.org>