ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технології та автоматизації машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор
з науково-педагогічної роботи
по організації навчального
процесу та його науково-
методичного забезпечення

_____ Василевський О.М.
«_____» _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НОВІ МАТЕРІАЛИ ТА КОМПОЗИТИ

підготовки бакалавра

галузь знань 13 – Механічна інженерія

спеціальність 131 – «Прикладна механіка»

освітня програма Комп'ютеризовані технології
та механотронні системи в машинобудуванні

Розроблено в рамках проекту "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Інноваційна мультидисциплінарна освітня програма зі штучних імплантів для біоінженерії для бакалаврів та магістрів

"Developed in the frame of project "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Innovative Multidisci-plinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc / MSc Degrees" (586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP).

2020 рік

Робоча програма дисципліни **«Нові матеріали та композити»** для здобувачів освітнього ступеня **бакалавра** галузі знань 13 – «Механічна інженерія» спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньої програми «Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні», що введена в дію наказом ректора ВНТУ №139 від 24.06.2020 р.

2020 р. – 12 с.

Розробники:
Сухоруков С.І., к.т.н., доцент кафедри ТАМ,

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри ТАМ

Протокол від «____»_____ 2020 року № ____

Завідувач кафедри _____ Козлов Л.Г.
(підпис)

Робоча програма узгоджена із змістом освітньої програми (ОП).

Гарант ОП _____ Козлов Л.Г.
(підпис)

Схвалено Методичною комісією Факультету машинобудування та транспорту

Протокол від «____»_____ 20___ року № ____

Голова Методичної комісії ФМТ _____ Петров О.В.
(підпис)

Заступник декана ФМТ з НМР _____ Галущак О.О.
(підпис)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «____»_____ 20___ року № ____

Голова _____ Васілевський О.М.
(підпис)

© С.І. Сухоруков, 2020 р.
© ВНТУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 3</td><td>Галузь знань
13 – Механічна інженерія</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="6">Спеціальність
131 – «Прикладна механіка»

Освітня програма
Комп’ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>3</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Вивчення питань теоретичного курсу дисципліни, що виносяться на самостійну роботу студента.
Виконання завдань, винесених на самостійну роботу студента.
Контрольна робота для студентів заочної форми навчання</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td>6-й</td><td>6-й</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 2,67
СРС – 2,33</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Рівень вищої освіти: перший бакалаврський</td><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>12 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>6 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>42 год.</td><td>76 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">диф. залік</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання: 53% / 47%;
для заочної форми навчання: 16% / 84%;

Мова навчання – українська

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Нові матеріали та композити» базується на знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Інформатика», «Матеріалознавство» та «Опір матеріалів». Дисципліна безпосередньо пов'язана та доповнює такі дисципліни, як «Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК», «Системи автоматизованого проектування технологічних процесів».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни. Формування у майбутнього спеціаліста системи знаний та практичних навичок по вибору та використанню нових матеріалів та композитів.

Правильне використання нових матеріалів є ефективним засобом підвищення продуктивності праці, зниження собівартості виробів, полегшення умов праці.

Дисципліна покликана сформулювати у студентів системний підхід по використанню нових матеріалів та композитів в умовах сучасного машинобудівного виробництва.

Завдання вивчення дисципліни. Надання студентам комплексу знань необхідних, для використання комплексу базових та прикладних технологій виготовлення композитних та інших сучасних матеріалів.

За результатами вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають компетентностей:

– здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

– здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

– здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки;

– здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;

– здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин;

–здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

За результатами вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають результатів навчання:

– вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи;

– виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість,

довговічність, жорсткість деталей машин;

– оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження;

– знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступ. Задачі і методи курсу. Загальне уявлення про композити. Волокнисті та шаруваті композити. Класифікація композиційних матеріалів. Експлуатаційні та технологічні вимоги до композиційних матеріалів. Поняття хімічної та фізичної сумісності компонентів композиції.

Тема 2. Основні промислові способи виготовлення композиційних матеріалів. Методи просочення волокон розплавом матриці. Просочення в інертній атмосфері. Комбіновані методи просочення. Розрахункові методи визначення тиску витоку. Основні поняття структурної механіки композитів. Орієнтовні методи визначення напружень у компонентах композицій. Критерії міцності структурних елементів композитів.

Тема 3. Сировина порошкової металургії. Способи отримання порошків. Основні закономірності процесу пресування металевих порошків. Закономірності процесу спікання порошкових матеріалів.

Тема 4. Основна інформація про нанотехнології, наноструктури та нанокапсули, наноматеріали.

Тема 5. Графен. Властивості графену та його сфера застосування. Вуглецеві нанотрубки. Нанотрубки, наноконусі та наноспірали.

Змістовий модуль 2

Тема 6. Металеві наноструктури, металеві нанооксиди. полімерні наноструктури та нанокапсули, міцели та ліпосоми.

Тема 7. Застосування керамічних матеріалів у медицині. Церамет. Корундова біокераміка. Біоскло. Матеріали на основі гідроксиапатиту. Трансформаційне зміцнення біоматеріалів. Переваги та недоліки біокерамічних матеріалів. Технологія отримання біокераміки.

Тема 8. Природні полімери як біоматеріали. Застосування синтетичних полімерів у медицині. Біокомпозити. Вуглець-вуглецеві композити на основі вуглецевих волокон. Композити на основі полімерної матриці. Властивості біодеградації полімерів. Конструктивні матеріали. Матеріали для зшивання. Ізоляційні матеріали. Полімерні протези та штучні тканини. Переробка та утилізація відходів у виробництві та застосуванні біоматеріалів.

Тема 9. Виробництво добавок. Швидке моделювання, виготовлення, оснащення. Види 3D-друку: SLA, LOM, FDM, JM, BJ, SLS, SLM, LENS.

Матеріали для 3D друку.

Тема 10. Принципи та наукові основи тканинної інженерії. Матеріали та технологія виготовлення. Методи складання тканини. Біологічний 3D-друк. Розумні (інтелектуальні) матеріали. Розумні технології в протезуванні. Біосенсори.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Всього	у тому числі					Всього	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**
	Модуль 1											
Тема 1 Композитні матеріали	10	3	2	2	–	3	6	–	–	1	–	5
Тема 2 Технології виробництва композиційних матеріалів та їх структурна механіка	8	3	2	–	–	3	7	1	1	–	–	5
Тема 3 Порошкові матеріали	7	3	–	2	–	2	7	–	–	1	–	6
Тема 4 Наноструктури та наноматеріали	6	3	–	–	–	3	7	1	–	–	–	6
Тема 5 Нові матеріали на основі вуглецю	8	3	2	–	–	3	8	1	1	–	–	6
СРС / Контр. робота (з.ф.)	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	10	–
Підготовка до модульної контрольної роботи	6	–	–	–	–	6	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	**45**	**15**	**6**	**4**	**–**	**20**	**45**	**3**	**2**	**2**	**10**	**28**
	Модуль 2											
Тема 6 Нові матеріали на основі металів та полімерів	8	3	2	–	–	3	5	–	–	–	–	5
Тема 7 Біокераміка	7	3	–	1	–	3	7	1	–	1	–	5
Тема 8 Полімерні біоматеріали	8	3	2	–	–	3	7	–	1	–	–	6
Тема 9 3D-друк	8	3	–	1	–	4	8	1	–	1	–	6
Тема 10 Основи тканинної інженерії	8	3	2	–	–	3	8	1	1	–	–	6
СРС / Контр. робота (з.ф.)	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	10	–
Підготовка до модульної контрольної роботи	6	–	–	–	–	6	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	**45**	**15**	**6**	**2**	**–**	**22**	**45**	**3**	**2**	**2**	**10**	**28**
Усього годин	**90**	**30**	**12**	**6**	**–**	**42**	**90**	**6**	**4**	**4**	**20**	**56**

6. Теми семінарських занять (не передбачено)

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Визначення середньої міцності композитів та її дисперсії	2
2	Методи ущільнення пористих матеріалів.	2
3	Розробка композиційного матеріалу на основі кремнієвих волокон	2
4	Розробка 3D-моделі і виготовлення штучного імплантату	2
5	Чисельне FEM-моделювання деформацій штучного імплантату	2
6	Дослідження пам'яті форми в структурних біоматеріалів	2
	Всього	12

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Визначення механічних характеристик композитів при розтягуванні	2
2	Визначення механічних характеристик пористих спечених матеріалів при розтягуванні	2
3	Визначення механічних характеристик штучних імплантатів, виконаних з використанням 3D-друку	1
4	Випробування полімерних біоматеріалів	1
	Всього	6

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	(денна форма навчання)	
1	Компоненти волокнистих композитів. Армуючі волокна. Матричні матеріали.	5
2	Прогнозування механічних властивостей композитів. Залежність механічних властивостей від об’ємної долі волокон. Модулі пружності вздовж і впоперек волокон	5
3	Волокна карбіду кремнію. Вольфрамові та молібденові волокна. Волокна з металевими покриттями	5
4	Режими термічної обробки композитів. Вплив ізотермічних відпалів на характеристики міцності	5
5	Механічні властивості композиційних матеріалів, отриманих методом просочування. Схеми установок для просочування волокон рідкими металами	5
6	Основні поняття аналітичної механіки руйнування. Методи аналізу стійкості тіл з тріщинами. Віртуальна робота, варіювання по Гріффітсу. Поняття про втому.	5
7	Методи оцінки ефективності різних видів з’єднання композитів. Вибір показників якості. Комбіновані з’єднання.	6
8	Закономірності розмолу металевих порошків. Загальні характеристики розмолу. Зміна структури та властивостей порошкових матеріалів при пресуванні	6
	Всього	**42**

	(заочна форма навчання)	
1	Компоненти волокнистих композитів. Армуючі волокна. Матричні матеріали.	9
2	Прогнозування механічних властивостей композитів. Залежність механічних властивостей від об'ємної долі волокон. Модулі пружності вздовж і впоперек волокон	10
3	Волокна карбіду кремнію. Вольфрамові та молібденові волокна. Волокна з металевими покриттями	9
4	Режими термічної обробки композитів. Вплив ізотермічних відпалів на характеристики міцності	10
5	Механічні властивості композиційних матеріалів, отриманих методом просочування. Схеми установок для просочування волокон рідкими металами	9
6	Основні поняття аналітичної механіки руйнування. Методи аналізу стійкості тіл з тріщинами. Віртуальна робота, варіювання по Гріффітсу. Поняття про втому.	9
7	Методи оцінки ефективності різних видів з'єднання композитів. Вибір показників якості. Комбіновані з'єднання.	10
8	Закономірності розмолу металевих порошків. Загальні характеристики розмолу. Зміна структури та властивостей порошкових матеріалів при пресуванні	10
	Всього	**76**

10. Індивідуальні завдання

Обсяг і зміст індивідуальної роботи студента з дисципліни залежить від форми навчання студента. Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу відповідно до рекомендацій, наведених у [3].

11. Методи навчання

Лекція, зокрема, з використанням технічних засобів навчання, лабораторні роботи, підготовка до лабораторних робіт, доповіді науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

В якості технічних засобів навчання використовуються:

- клас, обладнаний вісьмома комп'ютерами з процесорами Athlon 2,4 GHz.

12. Засоби діагностування результатів навчання

Протягом вивчення дисципліни передбачається поточний та підсумковий форми контролів знань студентів.

Поточний контроль проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів в результаті написання колоквіумів та захисту виконаних лабораторних робіт. Колоквіуми можуть проводитись за допомогою таких методів:

- письмової контрольної роботи;

- складання тестів у електронній системі університету;

- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової контрольної роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на колоквіум).

Метод написання та максимально дозволений час колоквіуму оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни. Диференційований залік може проводитись за допомогою таких методів:

- письмової роботи;

- складання тестів у електронній системі університету;

- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на підсумковий контроль).

Метод та максимально дозволений час складання підсумкового контролю оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС) студентами денної форми навчання проводиться у відповідності з положенням про кредитно-модульну систему організацію навчального процесу у ВНТУ. Нижче наведено трудомісткість дисципліни.

Модуль 1		*Модуль 2*	
Лаб. робота №1	5	Лаб. робота №3	5
Лаб. робота №2	5	Лаб. робота №4	5
Виконання практичних завдань	6	Виконання практичних завдань	6
СРС№1	5	СРС№2	5
Колоквіум 1	16	Колоквіум 2	17
Сума за модуль 1	37	Сума за модуль 1	38
Сума за семестр 75			
Підсумковий тест (екзамен) 25			
Сума 100			

Якщо студент за результатами виконання завдання протягом семестру отримав бальну оцінку на рівні F, то він має право пройти повторний курс вивчення дисципліни відповідно до «Тимчасового положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

14. Методичне забезпечення дисципліни

Дисципліна «Нові матеріали та композити» (НМтаК) забезпечена навчально-методичним комплексом, до складу якого входять:

1. Робоча навчальна програми дисципліни.
2. Робочий план дисципліни: денна та заочна форма.
3. Папка екзаменатора (перелік питань, критерії оцінювання знань).
4. Комплект комплексних контрольних робіт.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт.
6. Опорний конспект лекцій.
7. Перелік питань та завдання для поточного контролю знань.
8. Методичні матеріали до самостійної та індивідуальної роботи студентів
9. Карта забезпечення дисципліни літературою.
10. Анотація до дисципліни.

15. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	**За національною шкалою**	**За шкалою ЕКТС**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструк-тивний) «4»	добре «4+»	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II			
Середній	задовільно	D	Студент може відтворити значну частину

(репро-дуктив-ний) «3»	«3+»		теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадо-вільно з можливістю повторного складання» 2	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадо-вільно з обов'язко-вим повторним вивченням дисципліни» 2	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі.

16. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Базова література

1. Бурєнніков Ю. А. Нові матеріали та композити: навчальний посібник / Ю. А. Бурєнніков, І. О. Сивак, С. І. Сухоруков. – ВНТУ, 2012. – 161 с.
2. Kumar K., Davim J.P. Composites and Advanced Materials for Industrial Applications Hershey, USA: IGI Global, 2018. – 423 p.
3. Фрегер Г.Е., Аптекарь М.Д., Игнатьев Б.Б. и др. Основы механики и технологии композиционных материалов. – К.: Аристей, 2004. – 524 с.

4. Rajendran V., Saminathan K., Geckeler Kurt E. Advanced Nanomaterials: Synthesis and Applications. – Bloomsbury India, 2015. – 286 p.
5. Low I M. Advances in Ceramic Matrix Composites. – Woodhead Publishing, 2018. – 842 p.
6. Композиционные материалы: Справочник/ В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; под общ. Ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
7. Jawaid M., Thariq M. and Saba N. Durability and Life Prediction in Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites – Woodhead Publishing, 2019. – 466 p.
8. Сивак І. О. Нові матерали та композити: методичні вказівки до виконання самостійної роботи / І. О. Сивак, С. І. Сухоруков // – ВНТУ, 2012. – 80 с.
9. Сивак І. О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. / І. О. Сивак, С. І. Сухоруков // – ВНТУ, 2009.– 38 с.

Додаткова література

10. Sarabjeet Singh Sidhu, Preetkanwal Singh Bains, Redouane Zitoune and Morteza Yazdani Futuristic Composites : Behavior, Characterization, and Manufacturing – Springer, 2018. – 344 p.
11. Вигдович А.И. и др. Древесные композиционные материалы в машиностроении: Справочник. - М.: Машиностроение, 1991. - 240 с.
12. Васильев В.В. Композиционные материалы: Справочник. - М.: Машиностроение , 1990. - 205 с.
13. Андриевский Р.А. Порошковое материаловедение. - М.: Металлургия, 1991. - 186 с.

Інформаційні ресурси

14. Електронний навчальний посібник «Комп'ютерне проектування систем та процесів. Методи обчислень», авторів Квєтний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р., Софина О.Ю., Шушура О.М. Режим доступу: http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/t1/173.htm