

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПЕРСПЕКТИВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ НЕОРГАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: Якість, стандартизація та сертифікація
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: перший (бакалаврський)
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
Мікро-та наноелектроніки
(найменування кафедри)

Протокол №1 від 26.08.2020 р.

м. Запоріжжя 2020

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	ППВ 01 Перспективні функціональні неорганічні матеріали Навчальна дисципліна вибіркового компонента циклу професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Сніжної Г.В., д.т.н., доцент, професор кафедри мікро- і наноелектроніки
Контактна інформація викладача	7698367, телефон викладача 0504860966, e-mail: snow@zp.edu.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять.
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 90 годин кредитів – 3 кредити ЕКТС розподіл годин: 14 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 2 години - індивідуальне науково-дослідне завдання, 60 годин самостійна робота, вид контролю – залік.
Консультації	Згідно з графіком консультацій.
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни: «Фізика», «Фізична хімія».	
Постреквізити Дисципліна: «Основи магнітометрії конструкційних матеріалів».	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Перспективні функціональні неорганічні матеріали (ПФНМ) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі системні знання про функціональні неорганічні матеріали із практичним застосуванням їх властивостей в компонентах і пристроях електроніки.</p> <p>Вивчення навчальної дисциплін «Перспективні функціональні неорганічні матеріали» дозволить студентові приймати обґрунтовані рішення на основі знання принципів побудови, властивостей, отримання та способів застосування функціональних матеріалів.</p> <p>Загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях; - здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; - прагнення до збереження навколишнього середовища. <p>Фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах. <p>Очікувані програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів; • вміти організувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування; • вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. 	
4. Мета вивчення навчальної дисципліни	
опанування студентами основних підходів до створення та формування відомих та нових матеріалів, базуючись на фундаментальних принципах сучасної хімії, фізики та	

матеріалознавства, що дозволяють створювати нові матеріали або підсилювати комплекс корисних властивостей нових матеріалів та ефективно їх використовувати в сучасних умовах, і які складають основу сучасних технологій; розвинення навичок користування спеціальною науковою і довідковою літературою, а також діючими стандартами.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – є освоєння природи та будови функціональних неорганічних матеріалів; фізичну сутність процесів, які мають місце в матеріалах у різних умовах їх експлуатації.

Практичні – опанувати методи отримання матеріалів у вигляді монокристалів, плівок; сформувані практичні навички дослідження шляхом опанування сутність процесів, які мають місце в функціональних неорганічних матеріалах у різних умовах їх експлуатації; правильно вибирати матеріали для виготовлення елементів електроніки заданого призначення з врахуванням допустимих навантажень, впливу зовнішніх факторів, технологічності, вартості, тощо.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Класифікація, властивості та методи отримання функціональних неорганічних матеріалів*

Вступ. Мета і задачі вивчення дисципліни, її взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Роль матеріалів в технічному прогресі. Нові напрямки розвитку функціональної електроніки. Короткі історичні відомості про винахід та дослідження матеріалів.

Тема 1. *Класифікація матеріалів та фізико-хімічні принципи їхнього отримання.*

Класифікація матеріалів за структурним принципом, за фізичними властивостями. Загальна схема створення нових матеріалів. Класифікація матеріалів за формою. Класифікація матеріалів за структурою. Принцип періодичності у створенні нових матеріалів.

Принцип фізико-хімічного аналізу. Принцип структурного дизайну. Принцип хімічної, термодинамічної та структурної подібності. Принцип ускладнення сполук. Принцип хімічної, гранулометричної та фазової однорідності. Принцип однакового ефекту при різних фізичних та хімічних діях. Принцип розупорядкування і мінливості твердофазних сполук. Принцип синергетичного ефекту різних хіміко-фізичних дій. Принцип еквівалентності джерел безладу. Принцип нерівноцінності об'єму та поверхні. Принцип метастабільного різноманіття.

Тема 2. *Плазма та її властивості.*

Поняття «плазма». Параметри плазми. Класична та вироджена плазма.

Ідеальна та неідеальна плазма. Властивості плазми. Дебаївське екранування. Дебаївський радіус. Елементарні процеси у плазмі. Корональна рівновага. Ступінь іонізації. Формула Саха. Низькотемпературна плазма і плазмові технології. Іонна імплантация. Високодозна імплантация. Плазмові методи отримання плівок, покриттів та MEMS. PVD метод. Властивості матеріалів, одержаних плазмовими методами.

Тема 3. *Рідкий гелій, надплинність.*

Діаграма стану гелію 3. Діаграма стану гелію 4. Нульова енергія. Властивості рідкого гелію. Теплоємність рідкого гелію 4. Критична температура. Лямбда-точка. Гелій I та II. Швидкість плинності гелію II. В'язкість гелію II. Надплинність гелію. Теча гелію II по стінкам пробниці. Надщільна. Внутрішня конвекція надплинного гелію. Механізм надплинності гелію. Бозе-конденсат.

Тема 4. *Рідкі кристали.*

Історія відкриття рідких кристалів. Молекулярна будова і структура рідких кристалів. Термотропні рідкі кристали. Нематики, смектики, хол істерики. Крок спіралі холістеріків. Електрооптичні властивості рідких кристалів. Ліотропні рідкі кристали. Міцелярні розчини. Анізотропія властивостей рідких кристалів. Електрооптична комірка. Принцип роботи рідкокристалічного індикатора на тонко плівковому транзисторі. Методи керування рідкими кристалами. Застосування рідких кристалів.

Змістовий модуль 2. *Матеріали з особливими властивостями*

Тема 5. *Скло та склування.*

Класифікація скла. Просторове розупорядкування. Структура скла. Дифракційні методи вивчення структури скла. Склування. Кінетика силування. Вплив швидкості закалювання на структуру та властивості скла. Структурна релаксація. Формула Арреніуса - Френкеля. Формула Вогеля Фулчера - Таммана. Парадокс Козмана. Металеве скло. Методи одержання аморфних матеріалів. Загальна характеристика металевго скла. Застосування металевго скла.

Тема 6. *Полімери та пластмаси.*

Полімери та їх будова. Олігомери. Класифікація полімерів за походженням. Природні та синтетичні полімери. Методи отримання синтетичних полімерів. Радикальна полімеризація. Іонна полімеризація. Поліконденсація. Поліприєднання. Залежність стану полімеру етилену від ступеня полімеризації. Молекулярно-масовий розподіл.

Конфігурації синтетичних полімерів. Конформації лінійних молекул. Цис- та стереоізомерія. Фазовий склад полімерів. Властивості полімерів. Релаксаційні явища. Пластмаси і їхня класифікація. Властивості термопластів, реактопластів та еластомерів.

Тема 7. *Мембрани.*

Двофазна система розділена мембраною. Топологія мембран. Основні властивості мембран. Іонні канали клітинних мембран. Типи мембран. Вуглецеві мембрани. Цеоліти. Полімерна мембрана. Агрегатний стан мембран. Механізми транспорту у мембранах пасивний та активний. Мембранні процеси. Баромембранні процеси. Зворотній осмос, ультра- та мікрофільтрація. Діаліз. Отримання трекових мембран. Газорозділення. Первапорація та мембранна дисциляція. Пертракція. Електродіаліз. Протонні мембрани. Паливні комірки на водні - принцип роботи. Паливні елементи для автомобілебудування.

Тема 8. *Матеріали з надпровідними властивостями.*

Надпровідність. Надпровідність чистих металів. Властивості інтерметалевих з'єднань типу А-15. Надпровідність нібідів та карбідів. Ізотопічний ефект. Надпровідність з'єднань паладію з воднем та дейтерієм. Металооксидні з'єднання. Високотемпературні надпровідники. Пніктиди. Ефект Мейснера. Ефект Джозефсона. Надпровідники I та II роду. Вихрі Абрикосова. Механізм надпровідності. Методи одержання надпровідників. Використання надпровідників.

Заключна. *Перспективи розвитку отримання функціональних неорганічних матеріалів.*

Розгляд питань на залік. Підготовка до проходження тестів.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Класифікація матеріалів за структурним принципом, за фізичними властивостями.	лекція	2
1	Функціональні матеріали, як робоче тіло пристрою (деталі).	лабораторна робота	2
2	Низькотемпературна плазма і плазмові технології. Іонна імплантація.	лекція	2
2	Плазмові методи одержання плівок, покриттів, MEMC. PVD метод.	лабораторна робота	2
3	Рідкий гелій, надплинність.	лекція	2
3	Діаграми станів та властивості рідкого гелію.	лабораторна робота	2
4	Рідкі кристали. Принцип роботи рідкокристалічного індикатора на тонко плівковому транзисторі.	лекція	2
4	Електрооптичні властивості рідких кристалів.	лабораторна робота	2
5	Класифікація скла. Застосування металевго скла.	лекція	2
5	Полімери, їх класифікація, природа та синтетичне	лабораторна робота	2

	походження		
6	Полімери та пластмаси. Властивості термопластів, реактопластів та еластомерів.	лекція	2
6	Високотемпературні надпровідники, надпровідники I і II роду	лабораторна робота	2
7	Мембрани. Надпровідність.	лекція	2
7	Методи одержання функціональних матеріалів та їх застосування	лабораторна робота	2

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1	2	3	4	5
1	Загальна схема створення нових матеріалів.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
2	Класифікація матеріалів за формою.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	4	Усне опитування на лабораторних заняттях.
3	Елементарні процеси у плазмі. Корональна рівновага.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
4	Ступінь іонізації. Формула Саха.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	4	Усне опитування на лабораторних заняттях.
5	Внутрішня конвекція надплинного гелію.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
6	Механізм надплинності гелію. Боже-конденсат.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	4	Усне опитування на лабораторних заняттях.
7	Історія відкриття рідких кристалів. Електрооптична комірка.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
8	Вплив швидкості закалювання на структуру та властивості скла. Структурна релаксація.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	5	Усне опитування на лабораторних заняттях.
9	Формула Арреніуса - Френкеля. Формула Вогеля Фулчера - Таммана. Парадокс Козмана.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
10	Природні та синтетичні полімери. Методи отримання синтетичних полімерів.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	5	Усне опитування на лабораторних заняттях.
11	Радикальна полімеризація.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
12	Баромембранні процеси.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	5	Усне опитування на лабораторних заняттях.

13	Надпровідність чистих металів.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях.
14	Властивості інтерметалевих з'єднань.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	5	Усне опитування на лабораторних заняттях.
Разом:			60	

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);

- використання системи дистанційного навчання Moodle:

<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1547>;

- листування за допомогою електронної пошти snow@zp.edu.ua (у форматі 24/7);

- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіо спілкування або смс у сервісах Viber та Telegram (за графіком консультацій викладача або за домовленістю);

- сервіс Moodle <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1547>;

- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача або за домовленістю у Viber та Telegram).

9. Система та критерії оцінювання курсу

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з трьох змістовних модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі. Студент має право додатково скласти залік за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому трьох змістовних модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна в цілому оцінюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансфертної системи (ECTS –A, B, C, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсової роботи/проекту, практики, диф. заліку	Для заліку
90-100	A	відмінно	Зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Оцінка «відмінно» виставляється студентові за повне та відмінне виконання завдання без або з незначною помилкою. Оцінка «добре» - за правильне виконання завдання але з деякими помилками. Оцінка «задовільно» – за виконання завдання в достатньому обсязі зі значною кількістю недоліків або в мінімальному обсязі. Оцінка «незадовільно» виставляється студентові, який не виконав завдання або його обсяг недостатній та містить грубі помилки.

Оцінки «зараховано» заслугоує студент, який виявив повне (певне) знання навчального матеріалу, успішно (частково) виконав передбачені програмою завдання, засвоїв рекомендовану основну літературу. Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінка «незараховано» виставляється студентіві, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 15 балів (3 лабораторні роботи по 15 балів = 45 балів);
- індивідуальна робота за тематикою змістовного модуля – до 20 балів;
- рубіжний контроль – до 35 балів;

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 15 балів (3 лабораторні роботи по 15 балів = 45 балів);
- індивідуальна робота за тематикою змістовного модуля – до 20 балів;
- рубіжний контроль – до 35 балів;

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає іспит, то оцінювання враховує наступні критерії:

1. студент отримує два теоретичне питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 30 балів;
 - 30-25 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітко визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.
 - 24-20 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.
 - 19-10 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.
 - 9-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.
2. Студент також отримує задачу, яка має продемонструвати його навички в практиці моделювання, яке оцінюється в 40 балів максимум.
 - 40-35 балів отримують студенти, які правильно зібрили схему для вимірювання, сформулювали завдання на аналіз та отримали адекватні результати;
 - 34-30 балів отримують студенти, які правильно зібрили схему для вимірювання, але отримали не точні результати;
 - 29-20 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки на етапі проектування, або отримали не точні результати симуляції;
 - 19-0 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки на етапі проектування та не отримали адекватних результатів симуляції.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних

модулів та іспиту.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті 5 лабораторних робіт студента оцінюється (до 50 балів всього);
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті 6 практичних завдань студента оцінюється (до 30 балів всього);
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуальної роботи студента оцінюється до 20 балів.

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності:

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб.

Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента):

Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувані загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1547>) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання (сервіс Moodle).

Політика щодо дедлайнів.

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів:

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.

Права і обов'язки студентів відображено у п.7.5 Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» (https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п.3.