



ТЕХНОЛОГІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Робоча програма освітнього компоненту (Силабус)

Реквізити освітнього компоненту

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13Механічна інженерія
Спеціальність	G11 Машинобудування
Освітня програма	ОПП Інжиніринг інноваційного галузевого обладнання
Статус компоненту	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг компоненту	4(120)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	3 години на тиждень (1 година лекційних, 2 години практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: PhD, Витвицький Віктор Миронович, https://intellect.kpi.ua/profile/vvm56 Практичні: PhD, Витвицький Віктор Миронович, https://intellect.kpi.ua/profile/vvm56
Розміщення курсу	Платформа «Сікорський»

Програма освітнього компоненту

1. Опис освітнього компоненту, його мета, предмет вивчення та результати навчання

Силабус «Технологія композиційних матеріалів» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності G11 Машинобудування за освітньою програмою ОПП «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання».

Освітній компонент належить до циклу професійної підготовки.

Предмет освітнього компоненту – сукупність відомостей для виконання дій щодо аналізу, порівняння та вибору композиційних матеріалів та їхніх складових (матриць, наповнювачів), найбільш придатних для виготовлення виробів з відповідними властивостями.

Метою освітнього компоненту «Технологія композиційних матеріалів» є формування нового та розширення попередньо набутого комплексу знань студентів щодо технологій, конструктивних особливостей та методик розрахунку обладнання для виготовлення композиційних полімерних і будівельних матеріалів та виробів;

Відповідно до мети підготовка магістрів за даною спеціальністю вимагає посилення формування таких компетентностей:

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузевому машинобудуванні, що передбачає проведення досліджень процесів, обладнання та/або здійснення інновацій в даній галузі та характеризується невизначеністю умов і вимог;

- критичне осмислення передових для галузі машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування та сталого розвитку (СК 02);
- усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі (СК 04).

Згідно з вимогами програми освітнього компоненту **«Технологія композиційних матеріалів»**, студенти після її засвоєння мають посилити продемонструвати такі програмні результати навчання:

Знання:

- знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі (ПРН 01);
- знання сучасних проблем сталого розвитку щодо підходів до розробки технологій та обладнання галузевого машинобудування (ПРН 09);

Уміння:

- здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні (ПРН 04).

2. Пререквізити та постреквізити освітнього компоненту (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Цей освітній компонент є прикладним розвитком освітніх компонентів, які викладались студентам: Технологія пакування та зберігання пакованої продукції», «Технологія полімерних матеріалів», «Обладнання полімерних матеріалів», «Реологія», «Процеси, апарати і машини галузі» та ін. Освітній компонент **«Технологія композиційних матеріалів»** є передумовою вивчення таких освітніх компонентів як «Полімерне обладнання».

3. Зміст освітнього компоненту

Розділ 1. Загальні відомості про композиційні матеріали

Тема 1.1. Визначення основних термінів і понять.

Визначення понять «фаза», «матеріал», «продукт», «гетерофазна система», «дисперсна система», «багатокомпонентна система», «композиційний матеріал», «композитний матеріал», «композит», «макромасштаб», «макроскопія», «мікромасштаб», «мікроскопія», «шаруватий матеріал», «композиційний матеріал», «композитний матеріал», «композит», «наноккомпозит». «композиційна конструкція».

Тема 1.2. Класифікація композитів.

Класифікація композитів за: походженням; природою компонентів; призначенням; природою матриці; структурою; агрегатним станом наповнювача; типом армування одно- або двовимірним наповнювачем; за характером фізичних і хімічних перетворень, які відбуваються в полімерній фазі на стадіях одержання й перероблення: Багатошарові, комбіновані, гібридні й поліматричні матеріали. Галузі застосування композитів.

Розділ 2. Полімерні композиційні матеріали

Тема 2.1. Загальні відомості про полімерні композиційні матеріали.

Матриці й наповнювачі композиційних матеріалів. Основні типи полімерних композиційних матеріалів: термопласти, реактопласти, термоеластопласти. Каучук, латекс, суміш гумова, гума, суміш латексна.

Тема 2.2. Наповнювачі полімерних композиційних матеріалів (ПКМ).

Дисперсно-наповнені, армовані, газонаповнені й рідиннонаповнені ПКМ. Поділ ПКМ за природою наповнювача. Типи:наповнювачів ПКМ (інертні, активні, функціоналізовані). Загальні вимоги, що ставлять до наповнювачів. Класифікація дисперсних наповнювачів за хімічним складом. Класифікація частинок дисперсних наповнювачів за формою. Класифікація наповнювачів термопластичних ПКМ (ТпКМ). Щільність упаковки частинок у вихідному сипкому матеріалі та в наповненій композиції. Ступінь граничної упаковки. Залежність міцності ПКМ від вмісту

наповнювача різного типу. Довжина та звивистість волокнистого наповнювача. Критична довжина волокна. Наповнювачі ПКМ зі спеціальними властивостями.

Тема 2.3. Особливості полімер–полімерних композиційних матеріалів

Сумісність полімерів. Обернення фаз у суміші полімерів. Міжфазний шар та його вплив на властивості ПКМ.

Тема 2.4. Газонаповнені полімерні композиційні матеріали (ГПКМ).

Загальні відомості. Поділ ГПКМ за структурою (пінопласти, поропласти, інтегральні піноматеріали, синтактні пінопласти). Особливості поропластів з точки зору терміну «композиційний матеріал». Поділ ГПКМ за значенням уявної густини. Поділ ГПКМ за значенням уявного модуля пружності. Поділ еластичних ГПКМ. Загальна класифікація ГПКМ. Одержання ГПКМ (зі спінюванням, без спінювання). Основні механізми спінювання. Фізико-хімічні закономірності спінювання полімерів. Спінювальні речовини – газоутворювачі (фізичні, хімічні). Перероблення ГПКМ.

Розділ 3. Керамічні та вуглець–вуглецеві композиційні матеріали

Тема 3.1. Керамічні композиційні матеріали (ККМ).

Основні властивості ККМ. Методи одержання й галузі застосування ККМ. Особливості ККМ, зміцнених волокнами (ККМ із металевими волокнами; ККМ із вуглецевими волокнами; ККМ із волокнами карбиду кремнію). Особливості ККМ, зміцнених дисперсними частинками

Тема 3.2. Вуглець–вуглецеві композиційні матеріали (ВВКМ).

Загальні відомості про ВВКМ. Основні властивості ВВКМ. Методи одержання ВВКМ (рідкокофазний, газофазний, комбінований). Галузі застосування ВВКМ.

Розділ 4. Методи модифікації реактопластичних полімерних композиційних матеріалів.

Тема 4.1. Методи модифікації рідких реактопластичних композицій.

Хімічна модифікація епоксидних композицій. Фізико-хімічна модифікація епоксидних композицій. Фізична модифікація епоксидних композицій.

Тема 4.2. Ультразвукова модифікація рідких реактопластичних композицій.

Засоби ультразвукової обробки полімерів. Ремонтні технології та епоксидні композиції, що використовуються для з'єднання і відновлення полімерних трубопроводів.

Розділ 5. Виготовлення препрегів на базі просочувально-сушильного обладнання.

Тема 5.1. Засоби для виробництва та переробки препрегів.

Вітчизняне та зарубіжне устаткування для виробництва та переробки препрегів.

Тема 5.2. Забезпечення енергоощадності одержання препрегів шляхом комбінованого застосування ультразвуку.

Ефективні режими ультразвукового одержання препрегів.

Розділ 6. Інноваційні композиційні матеріали. Наноструктури. Фулерени і вуглецеві нанотрубки. Сучасні напрямки розвитку нанотехнології стосовно полімерів.

Тема 6.1. Базові відомості про наноструктури.

Вуглець і його алотропні форми. Фулерен C₆₀ і його аналоги. Вуглецеві нанотрубки. Вуглецеві нановолокна.

Тема 6.2. Методи одержання вуглецевих нанотрубок.

Можливі сфери практичного застосування нанотрубок.

Тема 6.3. Основні сучасні напрями розвитку нанотехнології стосовно до полімерного матеріалознавства.

Останні тенденції розвитку нанотехнологій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Колосов О.Є. Формування полімерних композиційних матеріалів із застосуванням фізико-хімічної модифікації (у двох частинах). Частина 1. Дослідження передумов направленою здійснення фізико-хімічної модифікації/Колосов О.Є. — К.: НТУУ "КПІ", 2005. — 251 с.
2. Колосов О.Є. Формування полімерних композиційних матеріалів із застосуванням фізико-хімічної модифікації (у двох частинах). Частина 2. Ефективні режими та обладнання для здійснення фізико-хімічної модифікації/О.Є.Колосов, В.І.Сівецький. — К.: НТУУ "КПІ", 2006. — 196 с.
3. Колосов О. Є. Технологія одержання багатокомпонентних епоксиполімерів із застосуванням направленої фізико-хімічної модифікації / Колосов О. Є., Сівецький В. І., Панов Є. М. — К: НТУУ КПІ, 2010. — 220 с.
4. Колосов О.Є., Сівецький В.І., Панов Є.М., Мікульонюк І.О., Клявлін В.В., Сідоров Д.Е. Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації (монографія). К.: ВД «Едельвейс», 2012. - 268 с.
5. Сідоров Д.Е., Сівецький В.І., Колосов О.Є., Мікульонюк І.О. Виробництво гофрованих полімерних труб (монографія). К.: ВД «Едельвейс», 2012. - 154 с.
6. Колосов О.Є. Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів (монографія з грифом НТУУ «КПІ»). К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2015. - 227 с.
7. Колосова О.П., Ванін В.В., Колосов О.Є., Вірченко Г.А. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (монографія з грифом НТУУ «КПІ»). К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. — 164 с.
8. Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Івіцький І.І. Технології та устаткування для формування виробів з традиційних та інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів (монографія з грифом Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського) К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 120 с.
9. Колосова О.П., Ванін В.В., Колосов О.Є., Сівецький В.І. Моделювання процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних матеріалів (монографія з грифом Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського) [електронне видання]. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 235 с. [електронне видання]. Назва з екрана. — Доступ: <http://ela.kpi.ua/jsrui/handle/123456789/20533>

Додаткова література

1. Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Івіцький І.І. Технології та устаткування для формування виробів з традиційних та інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів (монографія з грифом Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського) К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 120 с.
2. Колосова О.П., Ванін В.В., Колосов О.Є., Сівецький В.І. Моделювання процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних матеріалів (монографія з грифом Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського) [електронне видання]. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 235 с. [електронне видання]. Назва з екрана. — Доступ: <http://ela.kpi.ua/jsrui/handle/123456789/20533>
3. Колосов О.Є. Процеси та обладнання для одержання реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку (навчальний посібник). К.: НТУУ КПІ, 2015. - 247 с. (Лист МОНУ №1/11-12849 від 29.07.2014р.).
4. Колосов О.Є. Одержання реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.; електронне видання]. К.: НТУУ КПІ, 2016. - 198 с. Назва з екрана. — Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/14442>
5. Колосов О.Є. Композиційні та наноматеріали [електронне видання] Затверджено Вченою радою КПІ імені Ігоря Сікорського як навчальний посібник для аспірантів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування» (протокол №6 від 12.06.2017) [електронне видання] К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 224 с. — Назва з екрана. — Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19767>

6. Колосова О.П., Ванін В.В., Колосов О.Є., Сівецький В.І. Ультразвукова обробка технологічної сировини полімерних композиційних матеріалів [електронне видання] Затверджено Вченою радою КПІ імені Ігоря Сікорського як навчальний посібник для аспірантів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування» (протокол №6 від 12.06.2017) [електронне видання] К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 188 с. Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/jspui/handle/123456789/20534>
7. Колосов О.Є. Технології композиційних матеріалів. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для підготовки студентів, які навчаються за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка», спеціалізацією – «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування»; спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування», спеціалізацією «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів». Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 86 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №8 від 19.04.2018).

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Електронний архів КПІ <https://ela.kpi.ua>
2. Сайт кафедри ХПСМ, <http://cpsm.kpi.ua/mr.html>
3. Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського, <http://login.kpi.ua/>
4. Платформа дистанційного навчання «Сікорський» <https://sikorsky-distance.kpi.ua/>
5. Передбачається можливість проведення занять On-Line за допомогою платформи Zoom.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента **«Технологія композиційних матеріалів»**, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області технології та обладнання для виготовлення полімерно-композитних матеріалів;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулюваннях);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів компоненту чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Лекція 1. Визначення основних термінів і понять. Визначення понять «фаза», «матеріал», «продукт», «гетерофазна система», «дисперсна система», «багатокомпонентна система», «композиційний матеріал», «композитний	1

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
	матеріал», «композит», «макромасштаб», «макроскопія», «мікромасштаб», «мікроскопія», «шаруватий матеріал», «композиційний матеріал», «композитний матеріал», «композит», «нанокомпозит». «композиційна конструкція». Класифікація композитів. Класифікація композитів за: походженням; природою компонентів; призначенням; природою матриці; структурою; агрегатним станом наповнювача; типом армування одно- або двовимірним наповнювачем; за характером фізичних і хімічних перетворень, які відбуваються в полімерній фазі на стадіях одержання й перероблення: Багатошарові, комбіновані, гібридні й поліматричні матеріали. Галузі застосування композитів. Література [1, 2, 5]. Завдання на СРС: Визначення термінів і понять «композиційний матеріал», «композитний матеріал», «композит» у зарубіжних джерелах інформації. Новітні галузі застосування композитів.	
2	Лекція 2. Загальні відомості про полімерні композиційні матеріали. Матриці й наповнювачі композиційних матеріалів. Основні типи полімерних композиційних матеріалів: термопласти, реактопласти, термоеластоласти. Каучук, латекс, суміш гумова, гума, суміш латексна. Наповнювачі полімерних композиційних матеріалів (ПКМ). Дисперсно-наповнені, армовані, газонаповнені й рідиннонаповнені ПКМ. Поділ ПКМ за природою наповнювача. Типи: наповнювачів ПКМ (інертні, активні, функціоналізовані). Загальні вимоги, що ставлять до наповнювачів. Класифікація дисперсних наповнювачів за хімічним складом. Класифікація частинок дисперсних наповнювачів за формою. Класифікація наповнювачів термопластичних ПКМ (ТпКМ) Щільність упаковки частинок у вихідному сипкому матеріалі та в наповненій композиції. Ступінь граничної упаковки. Залежність міцності ПКМ від вмісту наповнювача різного типу. Довжина та звивистість волокнистого наповнювача. Критична довжина волокна. Наповнювачі ПКМ зі спеціальними властивостями. Література [1–5]. Завдання на СРС: Новітні типи термоеластоластів та галузі їх застосування. Новітні типи наповнювачів та галузі їх застосування.	2
3	Лекція 3. Особливості полімер–полімерних композиційних матеріалів. Сумісність полімерів. Обернення фаз у суміші полімерів. Міжфазний шар та його вплив на властивості ПКМ. Газонаповнені полімерні композиційні матеріали. Загальні відомості. Поділ ГПКМ за структурою (пінопласти, поропласти, інтегральні піноматеріали, синтактні пінопласти). Особливості поропластів з точки зору терміну «композиційний матеріал». Поділ ГПКМ за значенням уявної густини. Поділ ГПКМ за значенням уявного модуля пружності. Поділ еластичних ГПКМ. Загальна класифікація ГПКМ. Одержання ГПКМ (зі спінуванням, без спінування). Основні механізми спінування. Фізико-хімічні закономірності спінування полімерів. Спінювальні речовини – газоутворювачі (фізичні, хімічні). Перероблення ГПКМ.	1

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
	<i>Література [1–5].</i> <i>Завдання на СРС: Новітні типи полімер–полімерних композиційних матеріалів та галузі їх застосування. Новітні типи газонаповнених полімерних композиційних матеріалів та галузі їх застосування.</i>	
4	Лекція 4. Керамічні композиційні матеріали. Основні властивості ККМ. Методи одержання й галузі застосування ККМ. Особливості ККМ, зміцнених волокнами (ККМ із металевими волокнами; ККМ із вуглецевими волокнами; ККМ із волокнами карбиду кремнію). Особливості ККМ, зміцнених дисперсними частинками. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали. Загальні відомості про ВВКМ. Основні властивості ВВКМ. Методи одержання ВВКМ (рідкокофазний, газофазний, комбінований). Галузі застосування ВВКМ. <i>Література [1, 2, 4].</i> <i>Завдання на СРС: Новітні типи керамічних композиційних матеріалів та галузі їх застосування. Новітні типи вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів та галузі їх застосування.</i>	2
5	Лекція 5. Методи модифікації рідких реактопластичних композицій. Хімічна модифікація епоксидних композицій. Фізико-хімічна модифікація епоксидних композицій. Фізична модифікація епоксидних композицій. Ультразвукова модифікація рідких реактопластичних композицій. Засоби ультразвукової обробки полімерів. Ремонтні технології та епоксидні композиції, що використовуються для з'єднання і відновлення полімерних трубопроводів. <i>Література [1, 2].</i> <i>Завдання на СРС: Доцільність застосування певних методів модифікації рідких реактопластичних композицій. Основні режимні параметри ультразвукової обробки рідких полімерів.</i>	1
6	Лекція 6. Засоби для виробництва та переробки препрегів. Вітчизняне та зарубіжне устаткування для виробництва та переробки препрегів. <i>Література [1, 2].</i> <i>Завдання на СРС: Особливості просочувально-сушильного обладнання МПТ-3м. Терміни та умови зберігання препрегів.</i>	2
7	Лекція 7. Забезпечення енергоощадності одержання препрегів шляхом комбінованого	1

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
	застосування ультразвуку. Ефективні режими ультразвукового одержання препрегів. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали. Загальні відомості про ВВКМ. Основні властивості ВВКМ. Методи одержання ВВКМ (рідкокофазний, газофазний, комбінований). Галузі застосування ВВКМ. Література [1, 2]. Завдання на СРС: Переваги й недоліки ультразвукового одержання препрегів. Новітні типи вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів та галузі їх застосування.	
8	Лекція 8. Базові відомості про наноструктури. Вуглець і його алотропні форми. Фулерен C_{60} і його аналоги. Вуглецеві нанотрубки. Вуглецеві нановолокна. Методи одержання вуглецевих нанотрубок. Можливі сфери практичного застосування нанотрубок. Література [1, 2]. Завдання на СРС: основні типи вуглецевих нанотрубок. Переваги й недоліки існуючих методів одержання вуглецевих нанотрубок.	2
9	Лекція 9. Нанотехнології в полімерному матеріалознавстві. Основні сучасні напрями розвитку нанотехнології стосовно до полімерного матеріалознавства. Перспективні напрями розвитку технології полімерних композиційних матеріалів. Література [1, 2]. Завдання на СРС: Сфери використання наноматеріалів. Переваги й недоліки нанотрубітної технології.	2
Всього		14

Практичні заняття

Основні цілі циклу практичних робіт (комп'ютерного практикуму) – закріплення студентами теоретичних положень освітнього компоненту і набуття ними вмінь і навичок їх практичного застосування.

№ з/п	Назва практичної роботи (комп'ютерного практикуму)	Годин
1	Введення до циклу практичних робіт. Техніка безпеки.	2
2	Знайомство з характеристиками і принципом роботи цифрового електронного фото-відеомікроскопа (на прикладі моделі «Supereyes B011»). Допоміжні пристосування.	2
3	Визначення показників механічних властивостей елементарних волокон.	2
4	Визначення структурних параметрів односпрямованих і тканих волокнистих наповнювачів.	2
5	Дисперсні порошкоподібні наповнювачі. Визначення вологовмісту в дисперсних порошкоподібних наповнювачах.	3

№ з/п	Назва практичної роботи (комп'ютерного практикуму)	Годин
6	Термореактивні полімерні матеріали. Приготування зв'язуючого на основі термореактивних олігомерів.	3
7	Визначення в'язкості і густини рідких термореактивних полімерних зв'язуючих, а також щільності затверділих епоксиполімерів.	3
8	Дослідження процесу просочування капілярно-пористих тіл. Визначення вмісту скловолокнистого наповнювача в епоксидному склопластику.	3
9	Прийом практичних робіт.	3
10	Модульна контрольна робота	3
11	Прийом звітів з практичних занять	4
Всього		30

Лабораторні заняття

За робочим навчальним планом підготовки магістрів по даному компоненту не передбачено лабораторні заняття.

6. Самостійна робота студента

Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування питань, що не увійшли до переліку лекційних, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. За рахунок часу СРС виконується формування звітів з лабораторних робіт, схем, діаграм, оформлення результатів розрахунків тощо.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Визначення основних термінів і понять. Визначення термінів і понять «композиційний матеріал», «композитний матеріал», «композит» у зарубіжних джерелах інформації. Література [6–9]	4
2	Тема 1.2. Класифікація композитів. Новітні галузі застосування композитів. Література [6–9]	4
3	Тема 2.1. Загальні відомості про полімерні композиційні матеріали. Новітні типи термоеластопластів та галузі їх застосування. Література [6–9]	4
4	Тема 2.2. Наповнювачі полімерних композиційних матеріалів. Новітні типи наповнювачів та галузі їх застосування. Література [6–9]	4
5	Тема 2.3. Особливості полімер–полімерних композиційних матеріалів. Новітні типи полімер–полімерних композиційних матеріалів та галузі їх застосування. Література [6–9]	4
6	Тема 2.4. Газонаповнені полімерні композиційні матеріали. Новітні типи газонаповнених полімерних композиційних матеріалів та галузі їх застосування. Література [6–9]	4

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
7	Тема 3.1. Керамічні композиційні матеріали. Новітні типи керамічних композиційних матеріалів та галузі їх застосування. Література [6–9]	4
8	Тема 3.2. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали. Новітні типи вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів та галузі їх застосування. Література [6–9]	4
9	Тема 4.1. Методи модифікації рідких реактопластичних композицій. Хімічна модифікація епоксидних композицій. Фізико-хімічна модифікація епоксидних композицій. Фізична модифікація епоксидних композицій. Література [6–9]	4
10	Тема 4.2. Ультразвукова модифікація рідких реактопластичних композицій. Засоби ультразвукової обробки полімерів. Ремонтні технології та епоксидні композиції, що використовуються для з'єднання і відновлення полімерних трубопроводів. Література [6–9]	5
11	Тема 5.1. Засоби для виробництва та переробки препрегів. Вітчизняне та зарубіжне устаткування для виробництва та переробки препрегів. Література [6–9]	5
12	Тема 5.2. Забезпечення енергоощадності одержання препрегів шляхом комбінованого застосування ультразвуку. Ефективні режими ультразвукового одержання препрегів. Література [6–9]	5
13	Тема 6.1. Базові відомості про наноструктури. Вуглець і його алотропні форми. Фулерен C ₆₀ і його аналоги. Вуглецеві нанотрубки. Вуглецеві нановолокна. Література [6–9]	5
14	Тема 6.2. Методи одержання вуглецевих нанотрубок. Можливі сфери практичного застосування нанотрубок. Література [6–9]	5
15	Тема 6.3. Основні сучасні напрями розвитку нанотехнології стосовно до полімерного матеріалознавства. Останні тенденції розвитку нанотехнологій. Література [6–9]	5
16	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
17	Підготовка до заліку Література [1–9].	6
Разом		76

Політика та контроль

8. Політика освітнього компонента

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх

без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих (факультативних) робіт з компоненту.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компоненту або будь-яких форс-мажорних обставин, бакалаври мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Всі завдання, що розраховані на індивідуальне виконання, повинні бути виконані особисто студентом. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, контролю, проведення занять; захист лабораторних робіт, здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з компоненту:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин					Контрольні заходи
	Кредити	акад. год.	Лекції	Лаб. роб.	Практичні заняття	СРС	МКР	Семестровий контроль
2	4	120	14	-	30	76	-	залік

Поточний контроль: експрес-опитування, звіти з практичних занять.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Рейтинг студента з компоненту складається з балів, що він отримує за:

- 1) відповіді на запитання експрес-контролю теоретичного матеріалу (проводиться 2 експрес-контролі);
- 2) виконання проектних та розрахункових завдань на практичних заняттях (всього 6);
- 3) поточна контрольна робота.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Експрес-контроль:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 5-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 1 бал) – 0 балів.

2. Практичні заняття:

- «відмінно», творче виконання завдання, вільне володіння матеріалом – 9-10 балів;
- «добре», виконання завдання в повному обсязі, але з незначними помилками – 5-8 балів;
- «задовільно», виконання завдання з окремими помилками – 4 бали;
- «незадовільно», невиконання завдання – 0 балів;

3. Модульна контрольна робота.

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 13-17 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-12 балів;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті можуть додаватися 1–2 заохочувальних бали; +5 заохочувальних балів за доповідь за результатами вивчення компоненту на студентській конференції або публікацію у журналі.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх завдань практичних занять та здача модульної контрольної роботи і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 25 балів. На атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 12 балів.

За результатами 15 тижнів «ідеальний студент» має набрати $r_c = 50$ балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

Максимальна сума балів за семестр R складає 100 (де $R = r_{e-kr} \cdot 2 + r_{pr} \cdot 6 + r_{mkr} = 10 \cdot 2 + 10 \cdot 6 + 20 = 20 + 60 + 20 = 100$).

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить 2 теоретичних питання і 1 практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння освітнього компонента. Кожне теоретичне питання оцінюється у 30 балів, а практичне – 40 балів.

Система оцінювання теоретичних питань (r_{T1} , r_{T2}):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 28-30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 19-27 балів;

- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 16-18 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання (r_{pr}):

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 38-40 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 25-37 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 22-24 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальний рейтинг залікової контрольної роботи становить

$$r_E = r_{T1} + r_{T2} + r_{pr} = 30 + 30 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 50 балів.

Для отримання оцінки, сума всіх отриманих рейтингових балів **R** переводиться згідно таблиці:

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
$RD < 60$	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

10. Додаткова інформація з освітнього компонента

<https://cpsm.kpi.ua/>

ЗАПИТАННЯ НА МОДУЛЬНУ КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ

1. Надати класифікацію композитів за походженням. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
2. Надати класифікацію композитів за природою компонентів. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
3. Надати класифікацію композитів за призначенням. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
4. Надати класифікацію композитів за природою матриці. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
5. Надати класифікацію композитів за структурою. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
6. Надати класифікацію композитів за агрегатним станом наповнювача. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
7. Надати класифікацію композитів за типом армування одно- або двовимірним наповнювачем (волокнистим, стрижневим, стрічковим, плоским). Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
8. Надати класифікацію полімерних композитів композити за характером фізичних і хімічних перетворень, які відбуваються в полімерній фазі на стадіях одержання й перероблення. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.

9. Надати класифікацію термопластичних композитних матеріалів. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
10. Надати класифікацію дисперсних наповнювачів за хімічним складом. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
11. Надати класифікацію частинок дисперсних наповнювачів за формою. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
12. Надати класифікацію наповнювачів термопластичних композитних матеріалів. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
13. Надати класифікацію газонаповнених полімерних композиційних матеріалів. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
14. Надати класифікацію шарових матеріалів. Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.
15. Надати класифікацію композиційних конструкцій (структур). Навести приклади з кожного елементу класифікації й можливі галузі їх застосування.

Приблизний перелік запитань, які можуть бути винесені на залік

1. Надати визначення терміну «композит» та навести галузі застосування композитів.
2. Надати загальні відомості про полімерні композити.
3. Проаналізувати поділ композитів залежно від типу наповнювача.
4. Проаналізувати основні типи дисперсних, армованих і дисперсно-армованих композитів.
5. Надати класифікацію композитів за походженням, за природою компонентів, за призначенням, за природою матриці.
6. Надати класифікацію композитів за структурою, за агрегатним станом наповнювача.
7. Надати класифікацію композитів за типом армування одно- або двовимірним наповнювачем (волокнистим, стрижневим, стрічковим, плоским).
8. Надати класифікацію полімерних композитів композити за характером фізичних і хімічних перетворень, які відбуваються в полімерній фазі на стадіях одержання й перероблення.
9. Охарактеризувати відмінність термопластичних і реактопластичних композитних матеріалів.
10. Надати класифікацію дисперсних наповнювачів за хімічним складом, за формою.
11. Проаналізувати багатошарові, комбіновані, гібридні й поліматричні матеріали.
12. Проаналізувати неперервні волокнисті армувальні наповнювачі за формою.
13. Проаналізувати роль наповнювачів у полімерних композитах.
14. Проаналізувати вимоги до наповнювачів композитів.
15. Обґрунтувати поняття міжфазного шару композиту та його вплив на властивості композитів (адгезія, когезія).
16. Проаналізувати типи одномірних (волокнистих) наповнювачів та їхній вплив на фізико-механічні властивості полімерних композиційних матеріалів.
17. Проаналізувати методи одержання й області застосування вуглець-вуглецевих композиційні матеріалів.
18. Проаналізувати методи одержання й області застосування керамічних композиційних матеріалів.
19. Дати оцінку керамічним композиційним матеріалам та їхнім основним властивостям.
20. Надати загальні відомості про вуглець-вуглецеві композиційні матеріали.
21. Проаналізувати методи одержання, властивості і галузі застосування вуглецевих композиційних матеріалів.
22. Проаналізувати найпоширеніші методи модифікації рідких реактопластичних композицій.
23. Охарактеризувати ультразвукову модифікацію рідких реактопластичних композицій.
24. Охарактеризувати засоби ультразвукової обробки при одержанні реактопластичних полімерів.

25. Охарактеризувати особливості виготовлення препрегів на базі просочувально-сушильного обладнання.
26. Охарактеризувати засоби для виробництва та переробки препрегів.
27. Охарактеризувати існуюче вітчизняне та зарубіжне устаткування для виробництва та переробки препрегів.
28. Обґрунтувати досягнення енергоощадності одержання препрегів шляхом комбінованого застосування ультразвуку.
29. Охарактеризувати наноструктури. Навести можливі сфери практичного застосування нанотрубок.
30. Охарактеризувати вуглець і його алотропні форми. Фулерен C60 і його аналоги. Вуглецеві нанотрубки. Вуглецеві нановолокна.
31. Охарактеризувати особливості процесу просочення волокнистих наповнювачів розчинами реактопластичних полімерів.
32. Охарактеризувати інтелектуальні полімерні композиційні матеріали.
33. Охарактеризувати процес одержання скляних волокон.
34. Охарактеризувати процес одержання органічних волокон.
35. Охарактеризувати процес одержання вуглецевих волокон.
36. Охарактеризувати особливості одержання і властивості металокомпозитів.
37. Охарактеризувати фактори, що впливають на переробку виробів із ПКМ.
38. Навести технологічну послідовність одержання реактопластичних виробів з ПКМ.
39. Охарактеризувати вимоги, що висуваються до реактопластичного зв'язуючого.
40. Охарактеризувати технологічну операцію просочування.
41. Навести класифікацію процесу намотування за кінематичною ознакою.
42. Навести класифікацію процесу намотування за типом укладання волокон.
43. Охарактеризувати технологічну операцію «мокрого» намотування.
44. Охарактеризувати технологічну операцію «сухого» намотування.
45. Охарактеризувати технологічну операцію спірального намотування.
46. Охарактеризувати технологічну операцію поздовжнього намотування.
47. Охарактеризувати найбільш поширені методи просочування.
48. Охарактеризувати технологічну операцію прямого пресування.
49. Охарактеризувати технологічну операцію литтєвого пресування.
50. Охарактеризувати технологічну операцію лиття під тиском.
51. Охарактеризувати технологічну операцію екструзії.
52. Охарактеризувати технологічну операцію контактного формування.
53. Охарактеризувати технологічну операцію вакуумного формування.
54. Охарактеризувати технологічну операцію автоклавного формування.
55. Охарактеризувати технологічну операцію формування за допомогою притискних роликів.
56. Охарактеризувати особливості твердіння реактопластичного зв'язуючого.
57. Охарактеризувати методи видалення оправки при формуванні реактопластичних композитів.
58. Охарактеризувати процедурні аспекти контролю якості виробів з ПКМ.
59. Проаналізувати методику визначення показників механічних властивостей елементарних волокон. Визначення руйнівного напруження при розтягуванні нитки (елементарних волокон.)
60. Охарактеризувати методику визначення структурних параметрів односпрямованих і тканих волокнистих наповнювачів
61. Охарактеризувати дисперсні (порошкові) наповнювачі, їх властивості. Проаналізувати методику визначення вмісту вологи в дисперсних наповнювачах.
62. Охарактеризувати методику визначення умовної в'язкості і густини рідких термореактивних полімерних зв'язуючих, а також щільності затверділих епоксиполімерів.
63. Охарактеризувати методику вивчення поведінки капілярно-пористих волокнистих матеріалів при просоченні.

64. Охарактеризувати методику визначення вмісту скловолокнистого наповнювача в затверділому епоксидному склопластику.
65. Охарактеризувати основні параметри ультразвукової дії та проаналізувати методику їх визначення.
66. Охарактеризувати методику оцінки ефективності ультразвукової кавітаційної дії.
67. Охарактеризувати ультразвуковий капілярний ефект, його практичне застосування та проаналізувати методику його дослідження.

Робочу програму освітнього компоненту (силабус):

Складено ас., PhD, Витвицьким В.М.

Ухвалено кафедрою ХПСМ (протокол № 17 від 04.06.2025 р)

Погоджено Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 27.06.2025)